

Avaliação Crítica das Curvas de Suportabilidade Utilizadas para Refrigeradores e Freezers

Paulo H. O. Rezende^{1,2}, Afonso B. Almeida Jr.^{1,3}, Isaque N. Gondim¹, José C. de Oliveira¹

¹Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Elétrica, ²Universidade Federal do Triângulo Mineiro – Departamento de Engenharia Elétrica, ³Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Departamento de Engenharia Elétrica

¹Uberlândia – Brasil, ²Uberaba – Brasil, ³Patrocínio – Brasil

paulohenrique16@gmail.com, afonsobe@gmail.com, gondim.isaque@gmail.com, jcoliveira@ufu.br

Resumo—Dentro do contexto da crescente área associada com o estabelecimento de metodologias para a emissão consubstanciada de pareceres sobre pedidos de indenização por danos elétricos, e à luz da relevância numérica e dos valores financeiros envolvidos quanto as indenizações de refrigeradores e freezers, a busca por meios confiáveis a estes propósitos se apresenta como tema desafiador para pesquisas. De fato, os fundamentos que norteiam a matéria passam, necessariamente, pela correlação entre causas e efeitos e, quanto a este último aspecto, o conhecimento dos limites dielétricos e térmicos dos produtos se apresenta com fundamental importância para a confiabilidade do processo. Inserido pois neste tema, o presente trabalho se apresenta imbuído do propósito de investigar a consistência ou não de limites propostos na literatura através da comparação destes valores com experimentos conduzidos em laboratório, e, uma vez feita tal avaliação, indicar diretrizes para a obtenção de curvas de suportabilidade adequadas aos propósitos ora postos.

Palavra Chave: Linha Branca, Pedidos de Ressarcimento por Danos, Qualidade da Energia Elétrica, Sensibilidade a Afundamentos de Tensão.

I. INTRODUÇÃO

O grande número de pedidos de ressarcimento por danos em equipamentos elétricos e eletrônicos tem, nos últimos tempos, merecido a atenção das concessionárias de energia, agências de regulação, consumidores e outros órgãos governamentais. Tais preocupações estão associadas não apenas com os volumes financeiros envolvidos, mas, sobretudo, com os impactos sociais atrelados com solicitações, decisões, conflitos e outras questões que envolvem a relação entre as concessionárias de serviços públicos de distribuição e seus consumidores.

Por conseguinte, o tema, vem motivando investigações direcionadas à melhoria do processo de análise das questões em foco, domínio e difusão do conhecimento da correlação entre os distúrbios e efeitos [1], assim como o fornecimento de diretrizes para o oferecimento de produtos que possuam um maior nível de suportabilidade diante dos distúrbios típicos nas redes elétricas [2][3]. A primeira destas frentes aponta no sentido do estabelecimento de um processo avaliativo dos pedidos de indenização de forma justa e coesa; a segunda visa

à obtenção de dados que esclareçam sobre a relação entre as solicitações térmicas e dielétricas sobre os equipamentos; e a terceira contempla aspectos relacionados com melhorias da fabricação dos diversos componentes presentes nas instalações residenciais, comerciais e industriais, bem como a utilização de dispositivos mitigadores de distúrbios na rede elétrica.

Um dos balizadores para as prováveis controvérsias está alicerçado nas orientações da ANEEL, nos procedimentos das empresas e, porque não dizer, na experiência e no bom senso que norteiam as soluções de conflito. Não obstante a busca por pareceres consistentes, os métodos comumente utilizados não encontram, via de regra, sustentação em princípios científicos ou técnicos e, diante desta situação, muitas vezes ocorrem incompreensões e insatisfações quanto aos pareceres finais.

Da argumentação acima desprende a necessidade do desenvolvimento de procedimentos sistematizados, em que pese o equilíbrio entre o emprego de recursos computacionais atrelados com ensaios laboratoriais, os quais, uma vez combinados, podem produzir ferramentas confiáveis destinadas a balizar as decisões das concessionárias quanto aos pedidos de ressarcimento de danos. Ainda visando oferecer um panorama amplo sobre a questão em foco, a Fig. 1 ilustra os principais equipamentos solicitados, em pedidos de ressarcimento para uma distribuidora do estado de São Paulo, no período compreendido entre novembro de 2014 a outubro de 2015.

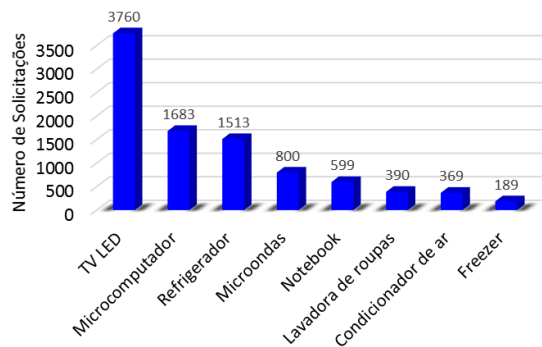


Figura 1. Principais equipamentos reclamados – dados para uma dada distribuidora

O gráfico apresenta uma parcela de um total de 24.374 solicitações para o período informado. A diversidade de produtos fica evidenciada, porém, a ilustração deixa claro que a grande maioria das solicitações envolve eletrodomésticos de custo mais elevado, fato este que, em atenção aos números financeiros, conduz a ressarcimentos com custo estimado de R\$270,00 por produto indenizado.

Inserido neste contexto, este artigo pretende realizar estudos sobre a adequação de informações constantes na literatura e frequentemente empregadas para estudos de ressarcimento dos equipamentos em foco, diante da manifestação de distúrbios elétricos nas redes de suprimento, e ainda, fornecer subsídios técnicos no que diz respeito à sensibilidade/suportabilidade para futuras melhorias do processo avaliativo do nexo-causal para a emissão de pareceres consubstanciados sobre a matéria.

II. SUPORTABILIDADE DIELÉTRICA

A. Fundamentação da metodologia para a caracterização das curvas dielétricas

Muito embora se reconheça a existência de procedimentos de testes de aprovação de produtos que apontem para a direção do estabelecimento de curvas de suportabilidade dos mais distintos produtos empregados no mercado, há de se destacar a inexistência de padrões de suportabilidade a serem obedecidos pelos fabricantes de aparelhos eletroeletrônicos [4]. Reconhecido este ponto, uma outra direção que poderia ser trilhada está na determinação experimental, para cada produto, de indicadores de suportabilidade. Não obstante esta menção, vale observar que embora se tenha encontrado algumas evidências relatadas na literatura, o tema em pauta constitui-se, ainda, em assunto extremamente embrionário. Face a isto, até o momento, não se dispõe, com a devida segurança, elementos para consubstanciar os procedimentos aqui almejados. As dificuldades contemplam questões como: diversidade de fabricantes de produtos similares, inexistência de normas a serem atendidas, tempo de uso dos produtos, etc.

A curva representativa dos limites de tensão em função do tempo de exposição, nos termos sugeridos pela Fig. 2 [5], se apresenta com um eixo vertical, representando os níveis de tensão responsáveis pela ruptura do isolamento, e um horizontal, expressando o tempo de exposição do produto à sua respectiva tensão.

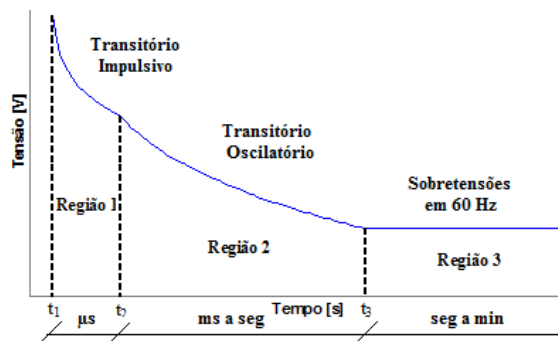


Figura 2. Curva típica de suportabilidade dielétrica.

Como indicado, a característica completa compreende três regiões com objetivos distintos, uma destinada a representar os fenômenos transitórios impulsivos; outra visando a inserção

dos distúrbios de natureza oscilatória e, por fim uma terceira, representativa das sobretensões em 60 Hz. Estas caracterizações se destinam a contemplar, respectivamente, fenômenos típicos manifestados nas redes elétricas, a exemplo de: descargas atmosféricas; ação de religadores, chaveamentos de bancos de capacitores, dentre outros; e, por fim, ocorrências atreladas com elevações da tensão nominal por tempos maiores e intensidades moderadas, como ocorre quando de perdas de carga e outros.

À luz do fato que a primeira seção do traçado envolve tempos da ordem de μs , e a última, intervalos de cerca de alguns segundos, optou-se pela utilização de funções logarítmicas para a representação matemática das curvas de suportabilidade, conforme indicado pela (1).

$$v(t) = \alpha \cdot \log t + \beta \quad (1)$$

Onde $v(t)$ deve ser entendido como um valor de tensão admitido pelo equipamento durante um intervalo de exposição definido por t , o qual seria capaz de impactar nocivamente na estrutura do produto em análise. Nestes termos, conhecendo-se, por exemplo, os valores da função $v(t)$ para dois instantes distintos, t_1 e t_2 , obtém-se para o primeiro segmento:

$$\alpha = \frac{v(t_2) - v(t_1)}{\log t_2 - \log t_1} \quad (2)$$

$$\beta = v(t_1) - \alpha \cdot \log t_1 \quad (3)$$

Os demais segmentos seguem a mesma particularidade, utilizando-se de (1) com os seus coeficientes determinados nos termos estabelecidos pelas (2) e (3).

B. Exemplos de curvas de suportabilidade dielétrica disponibilizadas pela literatura

No que tange à questão dos limites de tensão, os documentos e referências encontradas conduzem, para o presente estado da arte, às seguintes orientações para a questão em pauta:

1) Curva de suportabilidade dielétrica CBEMA

Como guia para os fabricantes de equipamentos na área de informática, os EUA estabeleceram a norma ANSI/IEEE Std. 446 [6], conhecida como curva CBEMA. Esta propõe metas a serem satisfeitas pelas fontes e dispositivos que alimentam computadores com relação às variações de tensão e respectivas durações suportáveis. O objetivo é uniformizar os limites de suportabilidade de variações da tensão de alimentação a dispositivos eletrônicos, particularmente os destinados ao processamento de dados. Foram estabelecidas curvas magnitude x duração para variações de tensões abaixo e acima da nominal como mostra a figura abaixo. Como é de se esperar, eventos de menor duração podem ter maiores excursões.

Como mostra a Fig. 3, o documento acima identificado prescreve que os equipamentos de informática devem suportar interrupções completas da tensão da rede durante intervalos de até meio ciclo. Para o caso de sobretensões, está previsto que estes devem suportar em regime permanente, aumentos de 6% do valor nominal e, no caso de surtos muito rápidos (duração <

0.01 ciclo), 300% de sobretensão. Para eventos com duração de 1 ciclo, os valores suportáveis são 70% para subtensão e 15% para sobretensão.

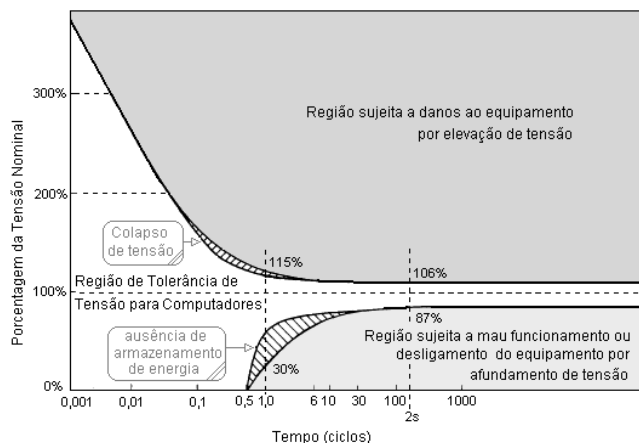


Figura 3. Curva CBEMA: Limites de duração de sub e sobretensões.

Em geral as sobretensões tem a ver com a ruptura do dielétrico ou o "breakdown" de semicondutores, enquanto que as subtensões se relacionam com a deficiência de energia armazenada.

2) Curva de suportabilidade dielétrica ITIC

Em 1997 foi proposta uma nova versão para os limites de tolerância conhecida como CBEMA/ITIC ou simplesmente ITIC [7] [7] (Information Technology Industry Council). Esta é mostrada na Fig. 4 e foi aprovada no ano de 2000 e passou a ser uma referência para verificação do nível de vulnerabilidade de equipamentos comparando-se a curva de sensibilidade do equipamento com a curva das variações permitidas ou observadas durante um determinado intervalo de tempo.

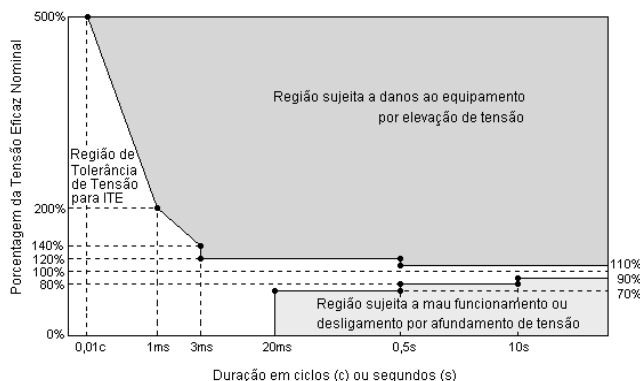


Figura 4. Curva ITIC para duração de sub e sobretensões.

Nota-se na Fig. 4 que, em regime, a tensão deve estar limitada a uma sobretensão de 10% e uma subtensão de 10%. Quanto menor a duração da perturbação, maior a alteração admitida, uma vez que os elementos armazenadores de energia internos ao equipamento devem ser capazes de absorvê-la.

Embora a curva anterior seja amplamente utilizada, vale ressaltar que, originalmente, a mesma foi derivada de ensaios e experiências vinculadas com equipamentos da área de tecnologia da informação. Portanto, sua extensão para outros produtos se mostra totalmente inconsistente, fato este que

determina a necessidade da obtenção de modelos específicos para os mais distintos dispositivos comercialmente presentes nas instalações elétricas [8].

3) Curva de suportabilidade dielétrica LACTEC

O laboratório de pesquisa LACTEC realizou um conjunto de experimentos relacionados com a tolerância de alguns equipamentos à distintos eventos responsáveis por sobretensões nas redes elétricas, em consonância com as diretrizes estabelecidas nos documentos [9] [10].

Para os testes em refrigeradores foi adotada uma estratégia baseada no funcionamento deste produto por, pelo menos, 5 minutos antes do início dos ensaios. Esta medida visava, sobretudo, a garantir a estabilização da corrente de alimentação. Dentro desta lógica operacional os ensaios feitos conduziram em uma curva de sensibilidade/suportabilidade para um dos refrigeradores testados [11].

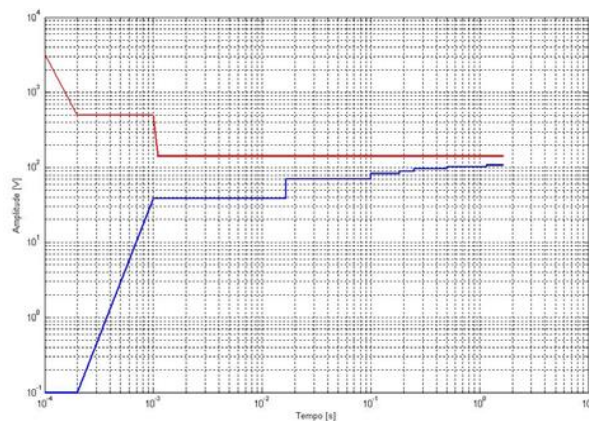


Figura 5 - Curvas de sensibilidade/suportabilidade à eventos de tensão para um refrigerador.

Somado as informações supra postas, uma outra proposta de curvas de sensibilidade e suportabilidade para os produtos em pauta pode ser verificada em [12]. Porém, os resultados não se mostram diferentes dos acima indicados, e ainda, são de visualização gráfica que oferecem grandes dificuldades de leitura.

Por fim, vale aqui destacar que apenas as indicações advindas dos ensaios realizados no LACTEC foram efetivamente realizadas para os equipamentos aqui focados, visto que os demais limites se apresentam correlacionados com dispositivos eletrônicos de tecnologia da informação.

Diante destes fatos e visando uma avaliação do grau de aderência dos limites encontrados com aqueles efetivamente aplicáveis a refrigeradores e freezers, foi então estabelecida uma montagem laboratorial, através da qual tornou-se possível a reprodução, num ambiente controlado, de várias das condições contempladas nas curvas de suportabilidade até então publicadas. Este se apresenta detalhado na sequência.

C. Estrutura Laboratorial

A Fig. 6 ilustra a montagem laboratorial final assim obtida. Nesta, é possível observar as partes constituintes do arranjo experimental empregado para os ensaios.



Figura 6. Estrutura laboratorial para a reprodução de fenômenos característicos de distúrbios na rede de suprimento.

Para realização dos ensaios experimentais foram utilizados, além dos produtos testados, os seguintes recursos laboratoriais: uma fonte programável trifásica da California Instruments, modelo CSW5550, com potência nominal de 11 kVA; um medidor de qualidade de energia modelo G4500 BLACKBOX, da marca ELSPEC; um microcomputador destinado ao controle da fonte programável; e um notebook para parametrização e configuração do medidor de qualidade de energia elétrica, bem como tratamento dos dados medidos.

D. Metodologia de Ensaios

A metodologia de ensaios compreendeu uma sequência de ensaios distintos, em consonância com os fundamentos abaixo.

1) Afundamento e Interrupção de tensão:

Com relação aos ensaios de afundamentos e interrupções da tensão de alimentação foi utilizada a norma IEC 61000-4-11, a qual se aplica para equipamentos elétricos e eletrônicos que não excedam 16 A por fase.

A realização do ensaio foi feita com o eletrodoméstico alimentado com tensão nominal e em funcionamento. A este foram aplicados distúrbios na tensão de alimentação, variando de 90% a 0,0% a amplitude e com durações de meio ciclo a 90 ciclos. Observando que cada distúrbio foi aplicado três vezes, sequencialmente, com intervalos de aproximadamente 3 (três) minuto entre cada evento.

Quando as condições operacionais decorrentes dos testes programados, estes podem conduzir a uma das situações a seguir:

- O estágio “Funcionamento normal” indica que o afundamento de tensão não foi suficiente em magnitude e/ou duração para provocar algum sintoma anormal no equipamento sob teste;
- O estágio “Apresentação de ruídos sonoros” indica que devido ao afundamento aplicado, o equipamento apresentou um pequeno ruído sonoro não característico de seu funcionamento normal, mas continuou funcionando;

- O estágio “Aparelho desligou e ligou-se imediatamente” indica que devido a severidade do afundamento de tensão, o equipamento desligou e ligou imediatamente em seguida, não ocorrendo a atuação da proteção térmica;
- O estágio “Aparelho desligou-se” indica que devido a severidade do afundamento de tensão, houve a atuação da proteção térmica e o equipamento desligou-se, sendo necessário alguns minutos para o restabelecimento do funcionamento.

2) Sobretensão em Frequência industrial:

Os ensaios conduzidos nessa seção, tem como propósito reproduzir níveis de sobretensão em frequência industrial (60 Hz), atreladas, via de regra, a distúrbios ou fenômenos passíveis de manifestação das redes elétricas de distribuição.

Essas sobretensões estão associadas com a terceira região apresentada na Fig. 2 e corresponde aos fenômenos advindos por curto circuitos ou uma situação de manobra na rede de distribuição. Em assim sendo, para se obter um ponto para esta região é necessário aplicar ao equipamento sob análise, uma tensão com uma amplitude suficiente alta, e monitorar o tempo gasto para romper o dielétrico do equipamento, fato este que conduziria a danos permanentes.

Para estes testes, optou-se por energizar o equipamento em condições nominais por 20 minutos a fim de se atingir o equilíbrio do sistema de refrigeração e troca de calor e posteriormente aplicar uma elevação de tensão de 2,4 p.u. durante 10 segundos. Essa amplitude foi definida em função do limite imposto pela fonte programável utilizada, mas está suficiente em consonância com o objetivo da proposta.

III. RESULTADOS

Os resultados dos testes realizados para cada equipamento foram anotados em planilhas, onde constam informações tais como: amplitude dos eventos de tensão, duração, níveis de corrente imposta pelo equipamento, observações quanto a alterações no funcionamento, dentre outras. Desta forma, ao final dos ensaios, os dados obtidos foram compilados de maneira a explicitar, através de curvas, a sensibilidade/suportabilidade de cada tipo de equipamento aos fenômenos impostos.

Assim sendo, a seguir são apresentados os resultados e constatações para cada tipo de equipamento testado.

A. Refrigerador

O aparelho refrigerador testado é de uma marca tradicional comercializada no país, com capacidade de 260 litros e tensão nominal de 220 V. Vale ressaltar, que apesar de possuir no mercado diversos refrigeradores, os motores elétricos acoplados aos compressores, formando um conjunto fechado hermeticamente, são fabricados por apenas dois fabricantes. O resultado disso, é que é de esperar um mesmo arranjo elétrico para todos os refrigeradores disponíveis.

1) Ensaio de Afundamento e Interrupção de tensão:

Seguindo a filosofia dos testes apresentado na seção anterior, a Fig. 7 ilustra as três situações observadas.

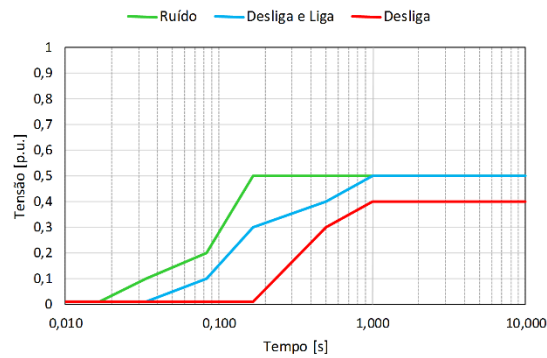


Figura 7. Curvas de sensibilidades a afundamentos de tensão do aparelho refrigerador

Notando-se que para afundamentos menores que 50%, nada se verifica no comportamento do refrigerador, fato este que evidencia sua robustez para a maioria dos distúrbios associados com afundamentos de tensão na rede de suprimento.

2) Ensaio de Sobretensão em Frequência industrial:

Para o ensaio de sobretensão, a análise ficou restrita, por limitações laboratoriais, apenas às elevações em frequência de 60 Hz. Como já abordado, o refrigerador foi submetido a uma sobretensão de 2,4 p.u. por 10 segundos, comprovados pelo oscilograma da Fig. 8.

Os oscilogramas indica um comportamento da carga que mais se aproxima de uma impedância constante, pois a corrente se elevou bastante, fazendo a proteção térmica atuar a desligar o equipamento. Na mesma figura, um zoom feito no final dos 10 segundos de sobretensão, percebe-se que o relê térmico atuou, aproximadamente, 4 ciclos antes da tensão restabelecer seu valor nominal.

Vale ressaltar que, apesar do refrigerador ter sido desligado, a interrupção de seu funcionamento não foi acompanhada de danos físicos. Decorridos alguns minutos, o equipamento restaurou sua operação normal.

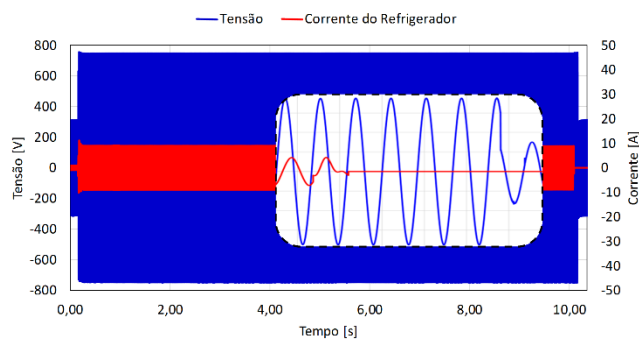


Figura 8. Tensão e corrente imposta no refrigerador durante a uma sobretensão à frequência industrial

Em outro ambiente laboratorial, menos controlado que o apresentado, munido de um varivolt, aplicou-se 750 V eficaz. O resultado foi o mesmo apresentado, isto é, houve a atuação da proteção térmica e o posterior desligamento.

B. Freezer

O freezer ensaiado é também de uma marca tradicional comercializada no país, com capacidade de 195 litros e tensão nominal de 220 V. É importante dizer que as mesmas observações feitas com relação a origem e semelhança do circuito elétrico para o refrigerador, valem para o presente produto.

1) Ensaio de Afundamento e Interrupção de tensão:

Seguindo a metodologia de testes aplicada ao refrigerador, o freezer foi submetido aos mesmos afundamentos, cujo resultado está sintetizado na Fig. 9. Nota-se que o freezer é mais robusto que o refrigerador, interrompendo seu funcionamento apenas quando a tensão chegou a 0,3 p.u. para durações superiores a 1 segundo.

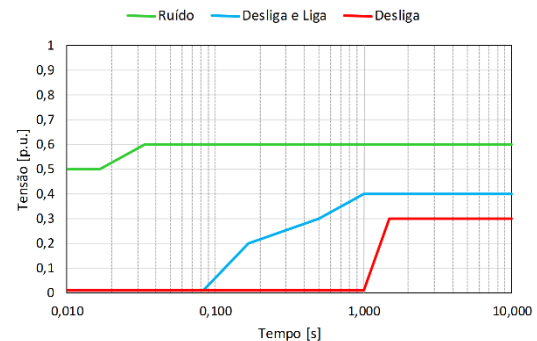


Figura 9. Curvas de sensibilidades a afundamentos de tensão do aparelho freezer

2) Ensaio de Sobretensão em Frequência industrial:

Os ensaios de sobretensão no freezer foram realizados em total consonância com aqueles aplicados para o refrigerador. Porém, observa-se na Fig. 10, que uma limitação de potência da fonte trifásica ocasionou uma queda de tensão no instante que se iniciava-se a elevação de 2,4 p.u.. Comportando-se também como uma carga do tipo impedância constante, a corrente chegou a valores da ordem de 20 A de pico, fazendo com que a proteção térmica atuasse mais rapidamente que o refrigerador (antes dos 4 segundos).

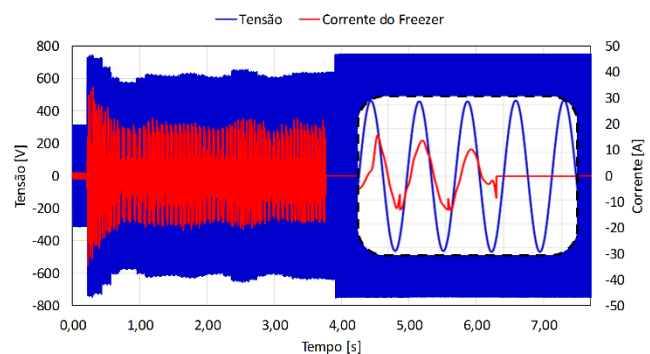


Figura 10. Tensão e corrente imposta no freezer durante a uma sobretensão à frequência industrial

De maneira semelhante ao refrigerador, o freezer também não foi alvo de danos físicos, sofrendo, apenas, o desligamento e subsequente restauração das condições operacionais normais.

C. Correlação entre os resultados experimentais com os limites fornecidos pela literatura

A Fig. 11 mostra as curvas de sensibilidade encontradas na literatura e associadas com fenômenos do tipo afundamentos de tensão. Esta mostra uma grande semelhança entre os limites indicados pelo LACTEC e ITIC para durações maiores. Todavia, é notória a distinção em relação aos resultados experimentais aqui obtidos, fato este que se apresenta como um primeiro indicativo sobre a necessidade de estudos mais aprofundados para o traçado de níveis de tolerância compatíveis com os produtos existentes no mercado.

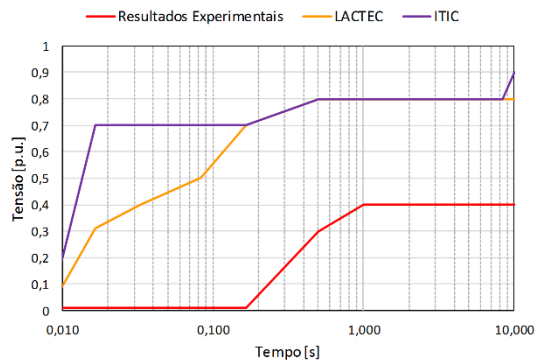


Figura 11. Comparação dos limites de sensibilidade a afundamentos de tensão para o aparelho refrigerador – correlação entre os limites existentes e os resultados experimentais obtidos

No que tange aos limites admissíveis para sobretensões, estes encontram-se correlacionados através dos resultados indicados na Fig. 12. Muito embora limitado aos recursos laboratoriais existentes, fica latente a divergência entre os limites publicados e os encontrados através dos trabalhos experimentais ora feitos. Este fato, novamente, se apresenta com fortes indicativos para investigações complementares sobre a matéria.

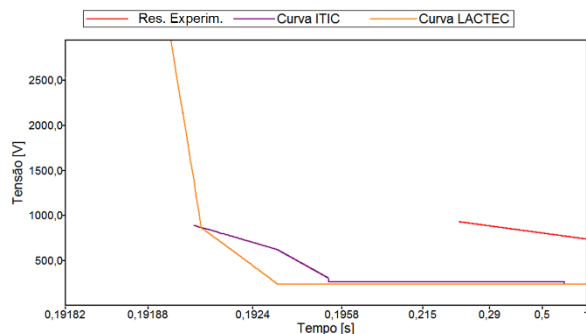


Figura 12. Comparação dos limites admissíveis de sobretensão para o aparelho refrigerador – correlação entre os limites existentes e os resultados experimentais obtidos

Lembrando que a curva proposta para a UFU, indica apenas o limite que o refrigerador desligou por atuação da proteção térmica, e mesmo assim foi bem superior ao relatado pelas outras referências.

IV. CONCLUSÕES

O artigo apresentado abordou uma questão primordial para se embasar estudos de ressarcimento por danos elétricos. Uma

vez que apresenta uma revisão sobre as principais curvas de sensibilidade e suportabilidade publicadas para aparelhos de refrigeração. Investigações conduzidas em ambiente laboratorial controlado, respeitadas as limitações existentes, indicaram expressivas inconsistências entre os indicativos publicados e aqueles efetivamente obtidos.

Apesar dos resultados apresentados nesse trabalho serem ainda parciais e embrionários, fica, pois, reconhecida a necessidade de investigações complementares visando a obtenção de curvas de suportabilidade, quer sejam dielétricas e térmicas, para consubstanciar os pareceres sobre os nexos-causais objeto do crescente número de pedidos de indenização por danos elétricos em equipamentos eletroeletrônicos.

V. REFERÊNCIAS

- [1] R. C. Dugan, M. F. Granaghan, S. Santoso, and H. W. Beaty, *Electrical Power Systems Quality*, 2a ed. New York: McGraw-Hill, 2002.
- [2] M. H. Bollen, *Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions*. Piscataway: IEEE Press, 2000.
- [3] H. R. P. M. Oliveira, N. C. JESUS, and M. L. B. MARTINEZ, "Avaliação do Desempenho de Equipamentos Eletrodomésticos Durante Ensaios de Sobretensões," in XVIII SNPTTE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, 2005.
- [4] M. V. B. Mendonça, C. E. Tavares, I. N. Gondim, J. C. Oliveira, A. C. Delaiba, K. D. Rodrigues, and R. M. T. Silva, "Modelagem de Equipamentos Eletroeletrônicos Utilizando Fontes Lineares e Chaveadas sob Condições Não Ideais de Alimentação na Plataforma ATP," Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica - CBQEE. Santos - SP, 2007.
- [5] I. N. Gondim, J. A. Barbosa, J. C. Oliveira, C. E. Tavares, and A. C. Delaiba, "Uma Estratégia para Obtenção dos Limites de Suportabilidade Dielétrica e Térmica de Equipamentos com Foco aos Pedidos de Indenização por Danos," *Revista Eletrônica de Potência - SOBRAEP*, vol. 17, pp. 651-659, 2012.
- [6] I. of E. and E. Engineers, *IEEE Standard 446-IEEE Recommended Practice For Emergency And Standby Power Systems For Industrial And Commercial Applications*.
- [7] ITIC, "Curve Application Note." [Online]. Available: <http://www.itic.org/clientuploads>. [Accessed: 01-Jul-2014].
- [8] ERNESTO KENJI LUNA, "UMA CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE VTCDS APLICADO A EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS ALIMENTADOS POR CONVERSOR CA-CC," Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- [9] IEC 61000-4-5 ("Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 4: Testing and Measurements Techniques – Section 5: Surge Immunity Test"). 2005.
- [10] IEC 61000-4-11 ("Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 4: Testing and Measurements Techniques – Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests"). 2004.
- [11] M. D. Teixeira, R. L. Araujo, N. S. R. Quorin, L. M. Ardjomand, A. R. Aoki, G. Paulillo, A. P. Sgobero, and I. Wunderlich, "Acceptable power quality limits to avoid damages in appliances," *WSEAS Transactions on Circuits and Systems*, vol. 4, pp. 479-485, 2005.
- [12] H. R. P. M. Oliveira, N. C. Jesus, and G. B. Vicieli, "Sensibilidade de Equipamentos Eletrodomésticos Submetidos a Afundamentos de Tensão," in XVIII SNPTTE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, 2005.