

Aplicativo Computacional para Subsidiar a Análise Técnica de Pedidos de Ressarcimento

C. E. Tavares, M. V. B. Mendonça, J. C. de Oliveira, A. C. Delaiba, R. M. T. da Silva

Resumo--Este artigo apresenta uma proposta de estratégia computacional para análise de pedidos de ressarcimento de danos e elucida as etapas do processo através de uma aplicação específica, culminando na elaboração de um aplicativo dedicado ao tema. As atividades envolvem estudos e modelagem compreendendo todos os dispositivos de um sistema de distribuição de energia elétrica, os mais variados distúrbios eletromagnéticos passíveis de ocorrência e os mais diversos aparelhos eletroeletrônicos utilizados por consumidores residenciais. Baseado na discretização das formas de onda das tensões e das correntes, monitoradas no ponto de conexão destes produtos, apresenta-se um procedimento para correlacionar os distúrbios manifestados nas redes, na forma de solicitações dielétricas e térmicas. Estes indicadores são sequencialmente confrontados com seus respectivos limites de suportabilidade, definidos pelos produtos sob análise. Os resultados obtidos mostram uma boa consistência do processo avaliativo no que se refere a emissão de um parecer sobre a questão aqui focada.

Palavras-chave—Aplicativo Computacional, Modelagem, Qualidade da Energia, Ressarcimento de Danos, Suportabilidade de Equipamentos.

I. INTRODUÇÃO

A Evolução tecnológica tem contribuído substancialmente na concepção e comercialização de modernos equipamentos, com destaque para os eletroeletrônicos, encontrados nos vários setores da sociedade, desde os produtivos até os domésticos. De um modo geral estes dispositivos melhoram o conforto, a segurança, a produção e trazem outros benefícios. No entanto, apesar das vantagens oferecidas, muitos destes produtos exibem grande dependência com a qualidade da energia elétrica de suprimento [1].

Agradecimento à FAPEMIG e à CAPES pelas bolsas de doutorado e de mestrado no programa de Pós-Graduação da FEELT-UFU e à CEB Distribuição S/A pelo suporte técnico/financeiro para a realização deste trabalho através de um projeto de P&D firmado entre a CEB e a UFU.

C. E. Tavares é aluno de doutorado na Faculdade de Engenharia elétrica da Universidade Federal de Uberlândia – UFU (e-mail: cetavares@eel.ufu.br)

M. V. B. Mendonça é aluno de mestrado na Faculdade de Engenharia elétrica da Universidade Federal de Uberlândia – UFU (e-mail: borgesmarcus@yahoo.com.br)

J. C. de Oliveira é Professor na Faculdade de Engenharia elétrica da Universidade Federal de Uberlândia – UFU (e-mail: jcoliveira@ufu.br)

A. C. Delaiba é Professor na Faculdade de Engenharia elétrica da Universidade Federal de Uberlândia – UFU (e-mail: delaiba@ufu.br)

R. M. T. da Silva é engenheiro senior da Companhia Energética de Brasília – CEB Distribuição S/A (e-mail: rildo@ceb.com.br).

De fato, a dinâmica operacional de um sistema elétrico, provocada, dentre outros motivos, pelas atuações dos dispositivos de proteção, entrada e saída de cargas de elevadas potências, partida de grandes motores, ocorrência de curtos-circuitos, forte presença de cargas não-lineares e incidência de descargas atmosféricas ocasiona distúrbios e fortes impactos sobre as características operacionais de muitos equipamentos [2]. Sob a ação destes fenômenos, muitas vezes tratados sob a designação de condições não-ideais de operação, os aparelhos elétricos podem vir a operar de maneira inadequada ou, em caso extremo, sofrer danos físicos que exigem a pronta substituição de peças ou do produto como um todo [3, 4 e 5].

Diante desta realidade, muitas vezes, estão os consumidores e as concessionárias em permanente contenda. Os primeiros, cada vez mais cientes de seus direitos, solicitando ressarcimentos pelos prejuízos físicos e operacionais apresentados por seus equipamentos, supostamente devido aos distúrbios apresentados pela rede, e os outros, buscando a identificação da real correlação entre os distúrbios e os danos para que o processo de ressarcimento seja focado à luz de critérios em que primem a coerência e a justiça.

O agravante desta situação é que muitas das empresas de energia elétrica não possuem registros de grandezas elétricas associadas com a maioria das ocorrências e tampouco processos sistematizados que permitam correlacionar os fenômenos com os padrões de suportabilidade dos produtos. Consequentemente, a concordância ou contestação dos pedidos encaminhados para análise torna-se extremamente difícil, restando às concessionárias apenas a verificação do nexo causal e a suposição da severidade dos impactos do evento ocorrido nos produtos reclamados. A busca de uma solução para estas questões tem ganhado cada vez mais importância no fórum técnico/científico visto que, nos últimos anos, verifica-se um crescente número dos pedidos de indenização e conseqüente montante financeiro envolvido no processo de ressarcimento. Dentro deste cenário, o número de indeferimento das indenizações tem sido cada vez maior, transformando-se em longas e dispendiosas ações judiciais com proporcional insatisfação dos consumidores [6].

Procurando contribuir nesta lacuna da engenharia elétrica, este artigo apresenta os primeiros resultados de uma metodologia computacional balizada em indicadores dos níveis de solicitações dielétricas e térmicas dos equipamentos eletroeletrônicos, quando submetidos à ação de distúrbios na rede elétrica. Tais indicadores são sequencialmente

confrontados com os padrões de suportabilidade dos produtos sob análise, fornecendo uma orientação técnica que permita avaliar se os impactos dielétricos e térmicos impostos pela rede de suprimento a cada dispositivo são capazes de causar os danos reclamados.

II. ESTRUTURA DO APLICATIVO COMPUTACIONAL

O cerne da proposta deste artigo, como estabelecido nas suas premissas, objetiva um aplicativo computacional dedicado a subsidiar a análise dos pedidos de ressarcimento. Também, tendo em vista um produto final que seja simples e ofereça boa usabilidade, o software deverá primar por uma interface orientativa e amigável, que dispense especialistas para o seu manuseio. Para se atingir tais metas, o produto final designado por APR (Analisador de Pedidos de Ressarcimento) foi produzido utilizando como infra-estrutura a consagrada plataforma ATP (Alternative Transients Program). Tal aplicativo constitui-se, fundamentalmente, das seguintes etapas principais:

A. Modelos Computacionais dos Equipamentos

Para a aplicação da metodologia proposta, 27 (vinte e sete) produtos eletrodomésticos foram investigados e modelados na plataforma ATP. Os circuitos equivalentes destes dispositivos, compreendendo tecnologias de fonte chaveada, fonte linear, força eletromotriz e outras, com diversos circuitos internos e estabilizadores de tensão, foram obtidos através de informações extraídas dos catálogos dos fabricantes, dados de oficinas de reparo e levantamentos experimentais. Após exaustivos estudos, concluiu-se por arranjos simples, porém suficientes para representar tais equipamentos sob condições ideais e não ideais de operação. Maiores detalhes sobre os modelos obtidos e o processo de validação dos mesmos são encontrados em [7]. Complementarmente, em [8 e 9] podem ser observados os desempenhos das representações de dispositivos tais como: DVD, fax-símile, telefone sem fio, aparelho de som, etc.

B. Modelos do Sistema de Distribuição

Todos os elementos constituintes do sistema de distribuição foram inseridos dentro dos moldes típicos da biblioteca disponibilizada pelo simulador ATP, com algumas particularidades adicionadas para as aplicações aqui almejadas. Neste sentido, os componentes de rede utilizados correspondem, em parte àqueles já disponibilizados na biblioteca da base computacional empregada, e outros, que foram alvos de melhorias. Assim procedendo tornou-se factível a representação do sistema de distribuição aos quais foram inseridos os modelos individuais dos equipamentos destacados anteriormente.

C. Modelos dos Distúrbios Típicos em Redes de Distribuição

Como o ATP utilizado nos estudos não dispõe em sua biblioteca todos os recursos necessários para uma pronta representação dos fenômenos aos quais estariam atrelados os pedidos de ressarcimento, tornou-se imperativo a elaboração

de programas específicos que representassem ocorrências como aquelas já mencionadas anteriormente. Assim procedendo e inserindo tais recursos na base computacional selecionada, tornou-se então possível a reprodução, dentro de uma rede de distribuição ou outra qualquer, dos fenômenos típicos associados ao problema em foco. Para tanto, além do uso de fontes e dispositivos convencionais, muitos dos modelos foram configurados com o auxílio das funções TAC's e, posteriormente, implementados na base computacional através de cartões específicos. Por questões de limitação de espaço não é possível detalhar cada um deles, todavia, dentro deste aspecto, além dos fenômenos de energização e de chaveamentos, o programa passa a dispor de recursos para contemplar distúrbios do tipo: distorções harmônicas, flutuações de tensão, variações de tensão de curta duração, curtos-circuitos, transitórios diversos associados com manobras e descargas atmosféricas. Estes podem ser aplicados a qualquer ponto da rede e o programa se incumbem de propagar o distúrbio até o ponto de localização do equipamento sob análise.

D. Cálculo das Solicitações Dielétricas e Térmicas

A fundamentação física da metodologia aqui proposta está alicerçada na determinação de duas grandezas básicas vinculadas ao funcionamento dos equipamentos. Uma delas tem por propósito expressar as exigências dielétricas impostas ao equipamento, e a outra, as condições térmicas relacionadas com a anormalidade ocorrida na rede.

Sabe-se que a solicitação dielétrica imposta a um material isolante é diretamente dependente dos valores atingidos e da duração das etapas que constituem um distúrbio qualquer na tensão de suprimento. Neste sentido, o procedimento adotado consiste em discretizar o período de duração do distúrbio e calcular, para cada instante, um indicador que represente o efeito cumulativo da tensão. Em consonância com esta meta, pode-se obter este indicador através de (1), o qual possui, intrinsecamente, um significado físico similar ao cômputo do valor eficaz ao longo do tempo. Há, todavia, uma grande diferença em relação ao cálculo convencional do valor eficaz, visto que este exigiria um intervalo de integração correspondente a um período completo da onda senoidal em 60 Hz. De acordo com a proposta contida em (1), o intervalo de tempo é crescente, iniciando pelo instante em que o distúrbio se manifesta e sofrendo incrementos definidos pelo passo Δt escolhido. Além disso, para evitar erros nos estudos de fenômenos transitórios, o aplicativo APR considera como ponto de partida para os cálculos o instante do evento em que a tensão atinge sua amplitude máxima.

$$V_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n}} \quad (1)$$

onde V_k é o valor do esforço dielétrico para um instante de tempo qualquer; V_i é o valor instantâneo da tensão para um instante de tempo qualquer e n é o número de amostras.

De forma similar ao apresentado para a tensão de suprimento, adota-se como grandeza representativa das

solicitações térmicas o valor eficaz da corrente, que pode ser obtido por (2).

$$I_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n I_i^2}{n}} \quad (2)$$

onde I_k é o valor do esforço térmico para um instante de tempo qualquer; I_i é o valor instantâneo da corrente para um instante de tempo qualquer e n é o número de amostras.

E. Modelagem das características de suportabilidade dos equipamentos

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. 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, é notável que trabalhos desta natureza, embora algumas evidências já relatadas na literatura, ainda são extremamente embrionários e não oferecerem, até o momento, a devida segurança 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.

Uma vez esclarecidas estas limitações, fica evidenciado que a maioria das publicações relacionadas ao tema utiliza como referência a curva ITIC publicada pelo comitê técnico 3 (TC3) do Information Technology Industry Council da associação Computer & Business Equipment Manufacturers Association, que estabelece uma região limítrofe dos níveis mínimos e máximos de tolerância física e operacional para os produtos [10]. Contudo, sendo originalmente elaborada para equipamentos da área de tecnologia da informação, novas buscas de limites suportáveis para outros equipamentos eletroeletrônicos têm sido motivadas pela crescente necessidade de procedimentos técnicos específicos para a análise de pedidos de ressarcimento. Recursos oriundos de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), bem como parcerias de universidades e/ou centros de pesquisas tecnológicas com o setor privado vêm favorecendo o avanço destas investigações.

Considerando-se que o APR permite a entrada de dados das curvas de suportabilidade de cada equipamento, para a análise comparativa das solicitações dielétricas obtidas em (1) o presente trabalho recorreu às seguintes fontes para o estabelecimento dos padrões de suportabilidade dos produtos e, em especial, para o televisor focado neste artigo:

- Curva ITIC [10];
- Curva de susceptibilidade de aparelhos televisores apresentada em [3], cujo levantamento se deu através de ensaios laboratoriais aplicando sobretensões à frequência industrial);

- Curva de tolerância à eventos de tensão para um equipamento televisor, encontrada em [4], também obtida experimentalmente, via ensaios de impulso e de variações de tensão em equipamentos eletroeletrônicos, como prescreve os documentos IEC 61000-4-5 e IEC 61000-4-11.

Quanto aos níveis de suportabilidade térmica, foram usados dados do fabricante (*datasheet*) da ponte retificadora usada pela fonte chaveada do aparelho televisor contemplado nos estudos. Eventualmente, a curva representativa para este indicador pode também ser extraída dentre o mais sensível dos elementos da fonte, incluindo o fusível de proteção.

A partir das informações advindas das referências mencionadas ou outras fontes, o aplicativo APR permite a inserção dos níveis de suportabilidade representados na forma de segmentos de curvas expressos por funções logarítmicas, conforme indicado em (3).

$$Y(t) = \alpha \cdot \log t + \beta \quad (3)$$

onde $Y(t)$ é valor da tensão/corrente admitida pelo equipamento durante um intervalo de tempo t .

A determinação dos coeficientes de (3) está atrelada ao conhecimento das informações dos instantes de tempo que delimitam cada segmento da curva de suportabilidade do equipamento. Nestes termos, conhecendo-se, por exemplo, os valores da função $Y(t)$ para dois instantes distintos, t_1 e t_2 , obtém-se para o primeiro segmento:

$$\alpha = \frac{Y(t_2) - Y(t_1)}{\log t_2 - \log t_1} \quad \text{e} \quad \beta = Y(t_1) - \alpha \cdot \log t_1 \quad (4)$$

Os demais segmentos seguem a mesma filosofia, utilizando-se de (3) com os seus coeficientes determinados em (4). O APR também permite a configuração destas curvas através da entrada com tabelas de valores.

III. EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO APR

Findados os trabalhos desenvolvidos para o estabelecimento da metodologia apresentada, procedeu-se a sua implementação computacional na forma de um aplicativo computacional dedicado à análise de pedidos de ressarcimento, o qual recebeu a designação APR. Objetivando facilitar a acessibilidade no seu uso, este aplicativo foi desenvolvido para ser utilizado de duas maneiras. Numa delas o usuário deve definir a topologia e dados para os componentes, enquanto que numa outra, o programa disponibiliza arranjos e dados típicos da rede de distribuição em foco. Neste último caso o operador do software deve apenas definir o distúrbio e equipamento a ser investigado.

Para fins de ilustração da potencialidade e do processo de aplicação da metodologia e do software, a Fig 2 mostra a modelagem de uma rede de distribuição correspondente ao ramal de alimentação ao qual um suposto pedido de ressarcimento encontra-se afeito. O caso sob consideração corresponde a um estudo hipotético de um pedido de ressarcimento associado com danos ocorridos em um aparelho

de TV, os quais seriam atribuídos a uma descarga atmosférica de 10 kA, com duração de $1,2 \times 50 \mu\text{s}$. Este distúrbio foi estabelecido como incidente no barramento de 13,8 kV.

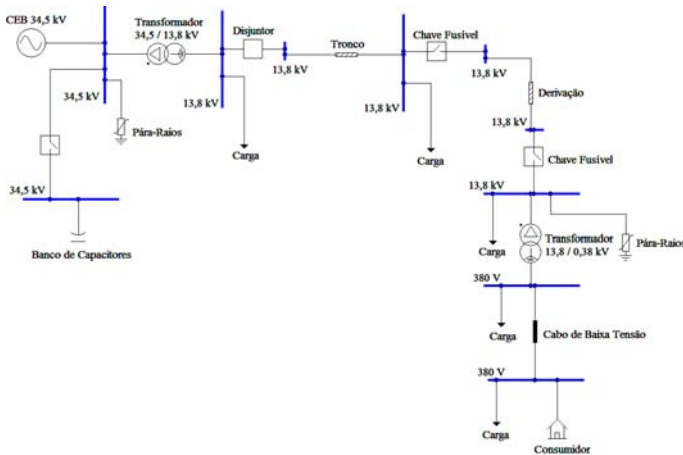


Fig. 2. Rede de distribuição modelada no aplicativo APR.

A Fig. 3 ilustra a escolha do equipamento envolvido no processo de análise de consistência de indenização (o aparelho televisor). Para tanto realiza-se um duplo clique sobre o desenho representativo do consumidor, quando então aparece a tela de opções de quais produtos devem ser avaliados.

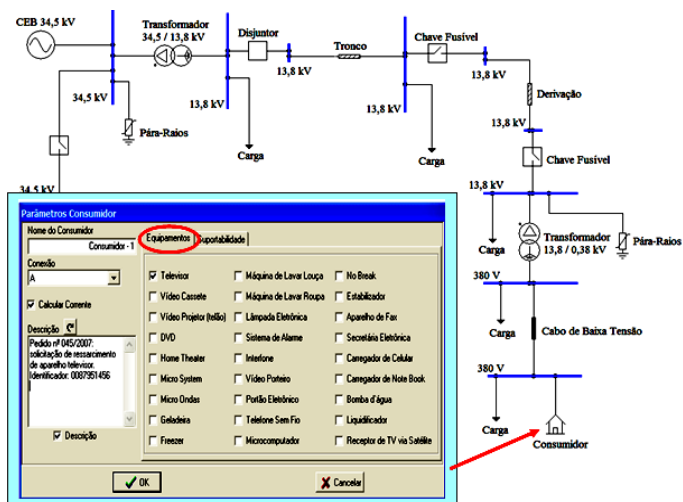


Fig. 3. Escolha do equipamento sob a análise de consistência do pedido de ressarcimento.

Uma vez definida a rede e o equipamento objeto da investigação, o próximo passo compreende a definição das curvas de suportabilidade dielétrica e térmica que expressam os níveis máximos das solicitações de tensão e corrente que o equipamento suportaria, sem que, probabilisticamente, ocorressem danos físicos em sua estrutura construtiva e operacional. Para tanto, a mesma tela mostrada na Fig. 3 disponibiliza a entrada das informações destinadas à caracterização destes níveis, os quais serão traduzidos em equações logarítmicas ou tabelas de valores. A Fig. 4 destaca a configuração da curva de suportabilidade a ser empregada para o presente caso. Para fins deste artigo serão utilizados os limites de suportabilidade extraídos de [3], [4] e [10].

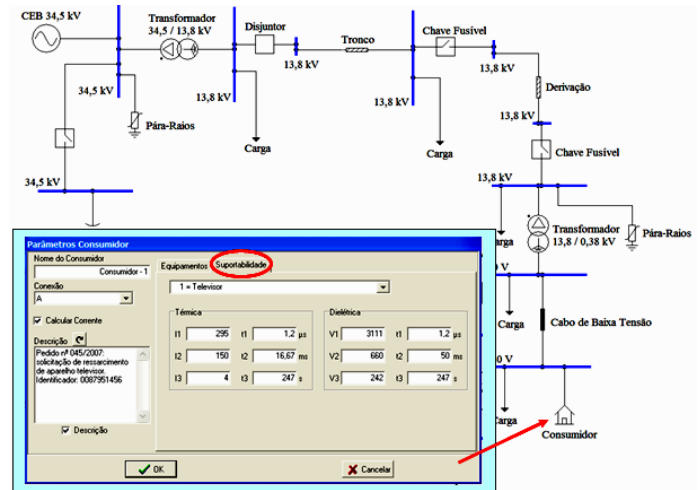


Fig. 4. Definição da curva de suportabilidade do equipamento investigado.

A configuração da descarga atmosférica é feita através da inserção de um bloco denominado “distúrbios”. Este permite a aplicação de descargas atmosféricas, distintos tipos de curto-circuitos, distorções harmônicas entre outros. A Fig. 5 ilustra a configuração deste fenômeno no aplicativo APR, que pode ser realizada apenas com um duplo clique com o mouse sobre o mencionado bloco e, posteriormente, o preenchimento das características do distúrbio considerado. Quanto ao ponto de incidência, este foi considerado como sendo no barramento de 13,8 kV, no final do tronco do alimentador de média tensão.

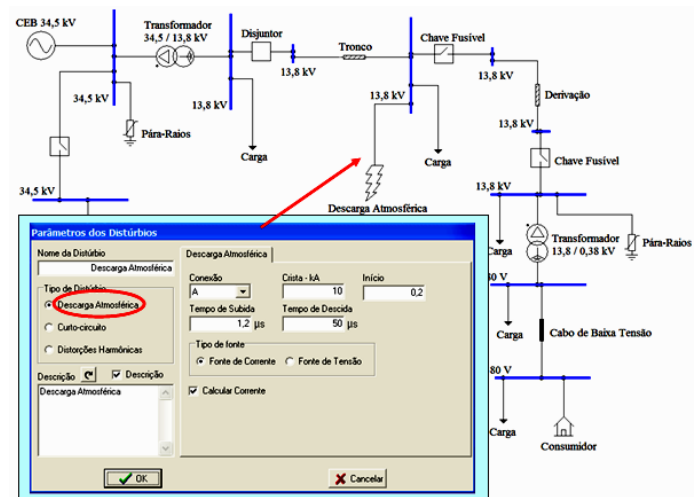


Fig. 5. Configuração da descarga atmosférica.

A Fig. 6 mostra a corrente associada com o distúrbio sob análise. Como se constata, a mesma ilustra uma forma de onda típica de uma descarga atmosférica

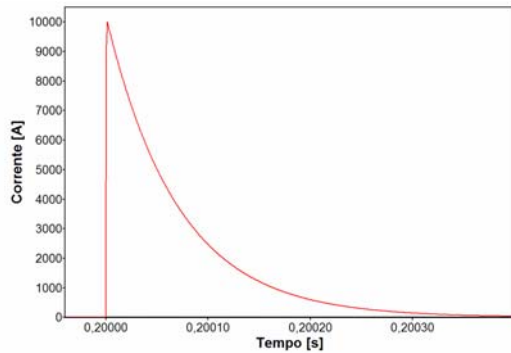


Fig. 6 Impulso de corrente associado com a descarga atmosférica

Uma vez que o caso sob investigação encontra-se configurado e parametrizado, a próxima etapa consiste no processamento do APR de forma a obter, dentre outras, as seguintes informações:

- Tensão em qualquer ponto do sistema elétrico e, de modo especial, nos terminais do equipamento sob avaliação;
- Corrente em qualquer ponto do sistema e, de modo particular, na entrada do equipamento sob análise;
- Curvas de suportabilidade dielétrica e térmica para o produto sob investigação;
- Curvas de solicitação dielétrica e térmica, obtidas a partir da tensão e corrente na entrada do dispositivo eletroeletrônico focado no pedido de ressarcimento.

As Figs. 7 e 8 mostram, respectivamente, as formas de onda da tensão e da corrente observadas no ponto de conexão do aparelho televisor com a rede de distribuição.

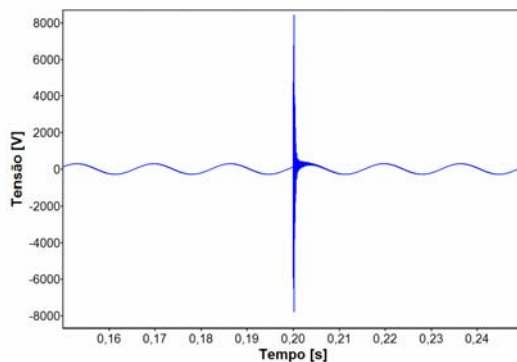


Fig. 7 Tensão na entrada do aparelho televisor sob a ação de um Impulso de corrente associado a uma descarga atmosférica no barramento de média tensão.

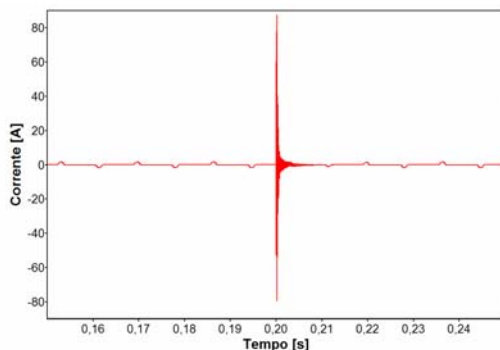


Fig. 8 Corrente na entrada do aparelho televisor sob a ação de um Impulso de corrente associado a uma descarga atmosférica no barramento de média tensão.

Objetivando associar os resultados que expressam as solicitações impostas pelo distúrbio com as curvas de suportabilidade do aparelho televisor, o APR conduz aos resultados finais descritos nas Figs. 9 e 10. A primeira contempla as questões dielétricas, enquanto que a segunda destaca o desempenho térmico. Uma vez que as solicitações são diretamente correlacionadas com os níveis correspondentes de suportabilidade, os gráficos permitem, visualmente, concluir sobre a probabilidade ou não da ocorrência de danos causados pelo distúrbio. Vale observar que os limites admissíveis de tensão foram traçados em consonância com as três referências destacadas no artigo.

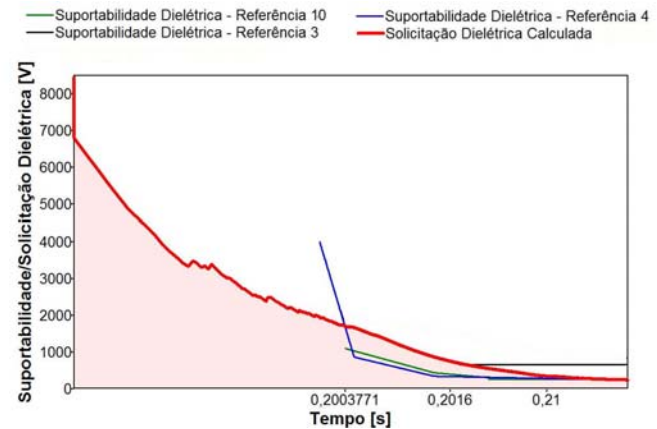


Fig. 9 Análise comparativa das solicitações dielétricas diante dos níveis de suportabilidade do equipamento.

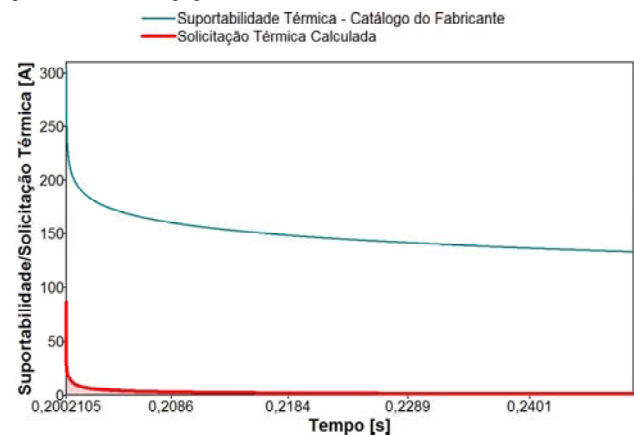


Fig. 10 Análise comparativa das solicitações térmicas diante dos níveis de suportabilidade do equipamento.

Os resultados mostrados nas figuras conclusivas evidenciam que:

- Para os primeiros instantes ocorre uma violação dos níveis de tensão admissíveis pelo equipamento. Portanto, no que tange às questões dielétricas pode-se verificar a possibilidade de danos físicos na forma de rompimento da isolamento do equipamento;
- Em nenhum momento ocorre uma violação dos limites térmicos tolerados pelo equipamento. Portanto, com respeito a questões associadas com as elevações de correntes e respectivos impactos térmicos pode-se verificar que não há possibilidade de danos físicos na forma de sobreaquecimentos.

Conseqüentemente, de acordo com as afirmações anteriores, o APR sugere, para o caso em questão, que a solicitação do pedido de ressarcimento é procedente.

IV. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou uma síntese de uma proposta de estratégia computacional direcionada a subsidiar a emissão de pareceres técnicos objetivando subsidiar as análises dos pedidos de ressarcimento de danos em aparelhos eletroeletrônicos. Os desenvolvimentos e resultados obtidos primaram pela modelagem computacional representativa dos equipamentos e dos possíveis distúrbios encontrados nas redes de distribuição de energia utilizando o software ATP. Uma vez estabelecida uma metodologia para a determinação dos impactos associados aos fenômenos elétricos ocorridos nas redes de distribuição e a validação dos modelos representativos dos dispositivos envolvidos, procedeu-se ao desenvolvimento de um aplicativo computacional, o APR, dedicado à subsidiar pareceres técnicos sobre os pedidos de ressarcimento.

Finalmente, a análise da consistência dos desempenhos obtidos pelo aplicativo APR foi feita com base informações extraídas das referências [3] e [4] e os resultados iniciais se mostraram bastante consistentes com aqueles encontrados na literatura, pois, sob a ação do distúrbio empregado, tais referências indicaram danos físicos no aparelho de TV.

Também, vários outros testes avaliativos, empregando distintos arranjos de distribuição, equipamentos e distúrbios, foram realizados. Muito embora a consistência dos resultados, estes não foram considerados neste artigo pela limitação de espaço.

Muito embora os autores reconheçam o bom desempenho obtido pelo aplicativo ressalta-se a necessidade de investigações complementares para a consolidação do processo. Para tanto será essencial a realização de trabalhos adicionais envolvendo diversas situações reais e subseqüentes avaliações de desempenho através do Aplicativo APR.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. C. Dugan, M. F. McGranaghan., S. Santoso., H. W. Beaty, *Electrical Power Systems Quality*, 2nd Edition. USA: McGraw-Hill, 2003.
- [2] M. H. J. Bollen, *Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions*, Piscataway, IEEE Presss, 2000.
- [3] H. R. P. M. Oliveira, N. C. Jesus, M. L. B. Martinez, "Avaliação do Desempenho de Equipamentos Eletrodomésticos Durante Ensaios de Sobretensões" - XVIII SNPTEE, Curitiba/PR, Outubro de 2005.
- [4] M. D. Teixeira, R. L. Araújo, L. M. Ardjomand, A. R. Aoki, N. S. R. Quoirin, I. Wunderlich, "Acceptable Power Quality Limits to Avoid Damages in Appliances", *WSEAS Transactions on Circuits and Systems*, Issue 5, vol. 4, May 2005.
- [5] K. Ermeler, W. Pfeiffer, D. Schoen, M. Schocke, "Surge Immunity of Electronic Equipment", *IEEE - Electrical Insulation Magazine*, Vol. 14, 1998.
- [6] A. S. Jucá, "Avaliação do Relacionamento entre Consumidores e Concessionárias na Solução de Conflitos por Danos Elétricos: Proposta de adequação", Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo/SP, 2003.
- [7] J. C. Oliveira, C. E. Tavares, A. C. Delaiba, M. V. B. Mendonça, K. D. Rodrigues, "Uma Estratégia Computacional para Análise Técnica de Pedidos de Ressarcimento à Nível de Distribuição" CEB-UFU,

Brasília/DF, Uberlândia/MG, Relatório Técnico 03/07 - "Validação dos Modelos Computacionais", Maio de 2006.

- [8] C. E. Tavares, J. C. Oliveira, A. C. Delaiba, R. A. Peniche, A. F. M. Neto, " Modelagem e Análise de Desempenho de Fontes Chaveadas no Contexto da Qualidade da Energia – Enfoque: Vídeo-Cassete " - XVI SENDI, Brasília/DF, novembro de 2004.
- [9] R. A. Peniche, "Modelagem e Análise de Desempenho de Equipamentos Eletroeletrônicos diante de Distúrbios da Qualidade da Energia – Enfoque: Aparelhos de DVD, Fax e Telefone sem fio", dissertação de mestrado, FEELT/UFU, Uberlândia/MG, 2004
- [10] ITI (CBEMA) Curve Application Note [Online]. Disponível em: <http://www.itic.org/archives/iticurv.pdf>, acessado em janeiro de 2007.

VI. BIOGRAFIAS



Carlos Eduardo Tavares nasceu em Juiz de Fora–MG, Brasil. Graduiu-se em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de São João del Rei (UFJSJ). Obteve o título de Mestre em Ciências pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) onde, atualmente, cursa o doutorado e atua como pesquisador nas áreas de Sistemas Elétricos de Potência e Qualidade e Racionalização da Energia Elétrica.



Marcus Vinícius Borges Mendonça nasceu em Ituiutaba–MG, Brasil. Graduiu-se em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) onde, atualmente, cursa o doutorado e atua como pesquisador nas áreas de Sistemas Elétricos de Potência e Qualidade e Racionalização da Energia Elétrica.



José Carlos de Oliveira nasceu em Itajubá–MG, Brasil. Graduiu-se e obteve o título de Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). PhD pelo Instituto de Ciências e Tecnologia da Universidade de Manchester, em Manchester - Reino Unido. Atualmente, trabalha como pesquisador e professor na Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Tem lecionado e publicado sobre vários assuntos relacionados com Sistemas Elétricos de Potência e Qualidade e Racionalização da Energia Elétrica.



Antônio Carlos Delaiba nasceu em Botucatu–SP, Brasil. Graduiu-se em Engenharia Elétrica pela Fundação Educacional de Barretos (FEB). Obteve o título de Mestre em Engenharia Elétrica pela USP-SP(São Carlos) e, de Doutor na USP-SP(capital). Atualmente, trabalha como pesquisador e professor na Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Tem lecionado e publicado sobre vários assuntos relacionados com Sistemas Elétricos de Potência e Qualidade e Racionalização da Energia Elétrica.



Rildo Marley Tavares da Silva nasceu em Itajubá –MG, Brasil. Concluiu a graduação na Universidade Federal de Itajubá – Brasil, e MBA Empresarial na Fundação Dom Cabral – MG. É Gerente Executivo de Manutenção e Serviços da Companhia Energética de Brasília. Tem atuado em projetos de pesquisa nas áreas de Sistemas de Potência e Qualidade de Energia.