

Surtos Típicos do Sistema Elétrico - Caracterização de uma rede de distribuição de energia

Maria B. D. A. Medeiros, Celso F. Melo, Leonardo M. Ardjomand, Ricardo L. Araújo,

Marcelo Ravaglio

Resumo – Este trabalho técnico apresenta uma metodologia experimental empregada para a medição de eventos eletromagnéticos rápidos, conduzidos pela rede de distribuição de energia elétrica, enfocando seu impacto em consumidores instalados em baixa tensão. A metodologia foi desenvolvida e aplicada no âmbito do projeto de P&D ANEEL intitulado “Surtos Típicos do Sistema Elétrico e seu Impacto em Consumidores” desenvolvido pela AMPLA e pelo LACTEC nos ciclos 2004/2005 e 2005/2006. Neste artigo são apresentadas as principais características de um monitoramento da rede elétrica junto à entrada de consumidores da AMPLA que constou na aquisição de dados durante um período de 34.500 horas, a instrumentação utilizada bem como os tipos de eventos encontrados.

Palavras-chave—Redes de Distribuição, Compatibilidade Eletromagnética, Surtos, Transitórios Elétricos.

I. INTRODUÇÃO

É inegável a possibilidade de que surtos transferidos do sistema elétrico de potência venham a causar danos em equipamentos e instalações de consumidores residenciais e comerciais em geral [4]. Porém, recentes decisões legislativas têm obrigado as concessionárias do setor elétrico a indenizarem qualquer tipo de dano causado em um cliente, supostamente por problemas advindos das redes de fornecimento de energia.

Apesar da possibilidade de danos advindos de surtos do sistema elétrico, existem variáveis que não são levadas em conta na legislação, o que pode causar grandes prejuízos financeiros para as concessionárias nacionais. Dentre as principais variáveis pode-se destacar:

a) A possibilidade da ocorrência de danos em equipamentos de uma determinada instalação devido a surtos transferidos de redes de telefonia, dados, TV a cabo, etc.;

b) Os equipamentos instalados pelos clientes podem não atender nenhum tipo de norma técnica de resistibilidade elétrica, o que os torna excessivamente sensíveis. Tal fato possui fortes indícios de corresponder à realidade segundo estudos já realizados pelo LACTEC e outras instituições;

c) Os estudos realizados no país até o momento sobre a transferência de surtos das redes de energia para os consumidores deixaram de lado a presença de outros tipos de servi-

ços ofertados através de cabos metálicos. E os poucos estudos realizados utilizaram-se basicamente de simulações computacionais, com poucas medições, realizadas, quase sempre em protótipos em laboratório sem que medições em campo fossem feitas para a validação dos resultados encontrados.

Frente ao exposto o projeto desenvolvido pela AMPLA e pelo LACTEC teve como principal objetivo a caracterização dos principais fatores que levam à queima de equipamentos de consumidores supostamente devido a problemas advindos da rede elétrica.

O projeto deu origem a três diferentes artigos técnicos que contemplam os ensaios em laboratório, as medições em campo e as conclusões do projeto. Neste artigo técnico são apresentadas as atividades desenvolvidas em campo.

II. MEDIÇÕES DE EVENTOS EM CAMPO

Para um perfeito entendimento dos mecanismos que levam à queima de um equipamento utilizado por um consumidor é de extrema importância a identificação dos eventos elétricos presentes na alimentação de tal consumidor. Neste sentido existe uma grande carência de dados concretos.

Visando sanar esta deficiência, a primeira etapa do projeto de pesquisa foi dedicada a um levantamento de dados sobre os eventos eletromagnéticos típicos conduzidos pela rede da concessionária e aplicados aos consumidores.

Além dos tipos foram ainda levantadas as intensidades de tais eventos. Os dados coletados foram posteriormente reproduzidos em laboratório para a determinação dos efeitos sobre equipamentos comumente utilizados, especialmente os que apresentam as maiores incidências de pedidos de ressarcimento.

O trabalho de coleta de dados foi realizado em diferentes localidades do estado do Rio de Janeiro atendidas pela AMPLA e constou da instalação de registradores de eventos elétricos com boa resposta em frequência junto à entrada de serviço de unidades consumidoras.

III. PONTOS DE INSTALAÇÃO

Os pontos de instalação foram selecionados com base em ferramentas estatísticas aplicadas às informações sobre ressarcimentos existentes no banco de dados da AMPLA.

Foram selecionadas as regiões geográficas e alimentadores com a maior incidência de pedidos de ressarcimentos para a instalação dos registradores de evento.

Dentre os alimentadores com a maior incidência de pedidos foram selecionados clientes que já apresentaram alguma solicitação de indenização junto à AMPLA.

O critério adotado para a determinação dos pontos foi baseado na densidade de ocorrências por região geográfica (número de reclamações em cada alimentador dividido pelo

¹ Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica regulado pela ANEEL e consta dos Anais do V Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (V CITENEL), realizado em Belém/PA, no período de 22 a 24 de junho de 2009.

M. B. D. A. Medeiros e F. E. R. Fraga trabalham na AMPLA, (e-mail: mbeatriz@ampla.com; ffraga@ampla.com)

M. Ravaglio trabalha no Lactec

R.L. Araújo e L. M. Ardjomand trabalham na EMField En-saios Elétricos (ricardo@emfield.com.br)

número total de consumidores neste alimentador).

O gráfico apresentado na Figura 1 a seguir ilustra o total de pedidos de ressarcimento em 10 localidades atendidas pela AMPLA no período de 2004 a 2005. Com base neste tipo de informação foram definidos os pontos para monitoramento.

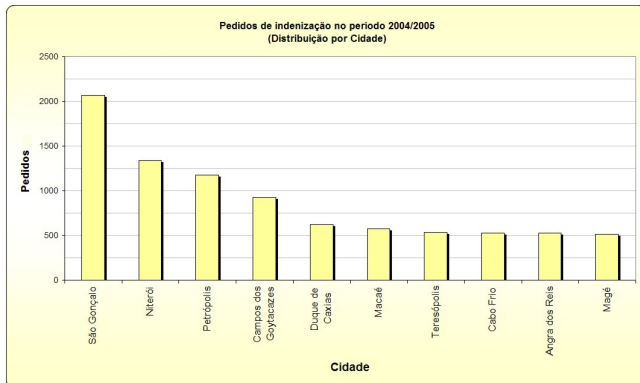


Figura 1 - Distribuição de pedidos de ressarcimento por cidade

Informações relativas aos tipos de eletrodomésticos que apresentaram as maiores solicitações de ressarcimento também foram analisadas e posteriormente utilizadas para a definição dos ensaios a serem realizados em laboratório no âmbito do projeto de P&D.

O gráfico da Figura 2 apresenta os 10 principais tipos de eletrodomésticos reclamados junto à AMPLA.

Em tal gráfico fica clara a presença de equipamentos que dificilmente seriam queimados através de eventos presentes na rede elétrica como telefones sem fio e receptores de TV por satélite, segundo dados colhidos pelo LACTEC em outros trabalhos de pesquisa.

A presença de um grande número de computadores entre os pedidos de ressarcimento também suscita dúvidas com relação à causa dos danos. Uma perícia feita pelo LACTEC em equipamentos de informática ressarcidos indicou que a maioria dos equipamentos sofreu danos resultantes de eventos vindos por redes telefônicas ou de dados em geral.



Figura 2 - Distribuição de pedidos de ressarcimento por tipo

O televisor é o equipamento com a maior incidência de pedidos de ressarcimento. A causa também é controversa uma vez que tal equipamento possui ligação tanto à rede elétrica quanto a redes externas metálicas como TV a cabo.

As dúvidas com relação à que tipos de fenômenos eletromagnéticos (e suas intensidades) levariam à queima de equipamentos reforçam a necessidade de um monitoramento

consistente da rede de distribuição. [5]

De maneira a confirmar a afirmação feita acima são apresentados dois exemplos de equipamentos ressarcidos pela AMPLA e que foram recolhidos pelo LACTEC no almoxarifado da companhia para análise.

Na Figura 3 é apresentada a placa eletrônica de um equipamento de telecomunicações ressarcido pela AMPLA. Neste caso a análise do LACTEC revelou que a parte elétrica do equipamento encontrava-se em perfeitas condições operacionais, porém a região do circuito de telecomunicações apresentava sinais claros surto elétrico na entrada da rede telefônica.

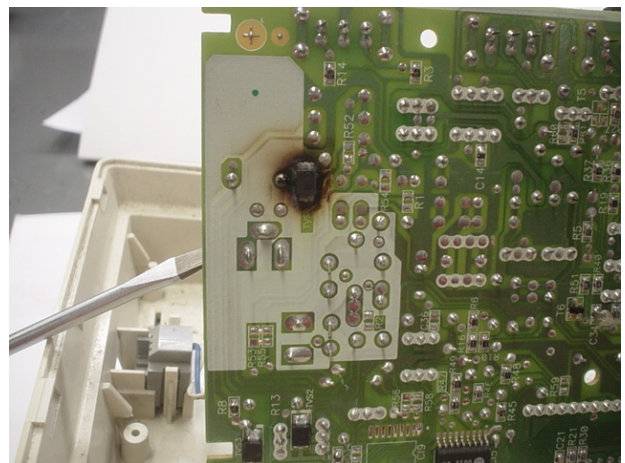


Figura 3 – Equipamento de telecomunicações

Na Figura 4 é apresentado um equipamento de vídeo, também ressarcido pela companhia. Neste caso a análise apontou a causa da falha do equipamento como sendo originada pela ação de surto elétrico transferido através da entrada de RF (antena).

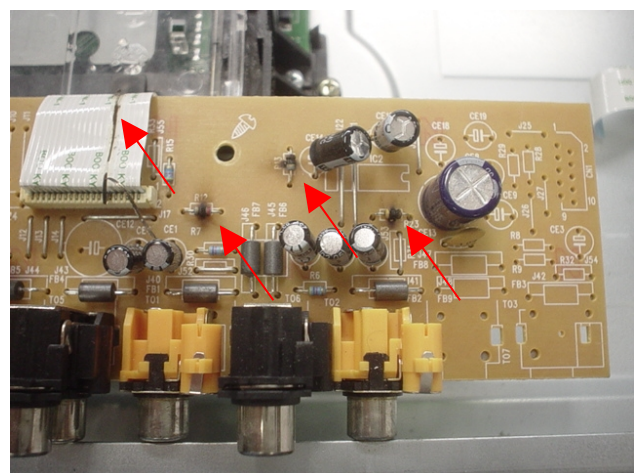


Figura 4 – Equipamento de vídeo: sinais de surto propagado pela entrada da antena

A análise dos equipamentos ressarcidos pela AMPLA indicou uma necessidade imediata de ação junto às oficinas credenciadas pela concessionária para a melhoria do processo de diagnóstico da relação causa-efeito quando de um pedido de ressarcimento.

IV. EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

Inicialmente o projeto de pesquisa previa a medição de eventos eletromagnéticos conduzidos através do uso de osciloscópios digitais, porém no decorrer do trabalho algumas dificuldades foram encontradas.

A necessidade de instalação do equipamento de medição junto à entrada de serviço do consumidor tornou a utilização do osciloscópio inviável. Devido ao tamanho e à grande sensibilidade a intempéries, os osciloscópios teriam que ser instalados em caixas especiais com a devida proteção ambiental o que tornaria o projeto muito mais complexo além do risco iminente de furtos em regiões violentas.

Após um extenso trabalho de pesquisa e avaliação de equipamentos disponíveis no mercado a equipe do projeto decidiu pela utilização de registradores de eventos elétricos similares aos apresentados na Figura 5, abaixo.



Figura 5 – Registrador de eventos de tensão

Tal registrador, embora aparentemente simples e de dimensões extremamente reduzidas possui características que o tornam adequado às medições necessárias: memória para quatro mil eventos, bateria interna com grande autonomia e capacidade para registrar eventos com tempo mínimo de 1 μ s.

As pequenas dimensões do registrador de eventos permitem sua alocação no interior da caixa de abrigo do medidor de energia, facilitando assim a instalação e tornando desnecessária qualquer tipo de intervenção no interior do imóvel do consumidor a ser monitorado.

Uma vez coletados, os dados são transferidos para um computador através de uma porta ótica, utilizando-se um programa computacional dedicado.

As informações registradas são: tipo de evento, horário da ocorrência, data, duração e tensão ou frequência em função do tipo de evento registrado. Com estes dados é possível uma avaliação fiel dos transitórios eletromagnéticos observados no ponto de medição.

Na Figura 6 é apresentada a tela de eventos armazenados durante um período de tempo. O instrumento fornece a estatística de ocorrências em função da data.

Os dados podem ainda ser analisados individualmente para cada ocorrência com a apresentação de informações detalhadas.

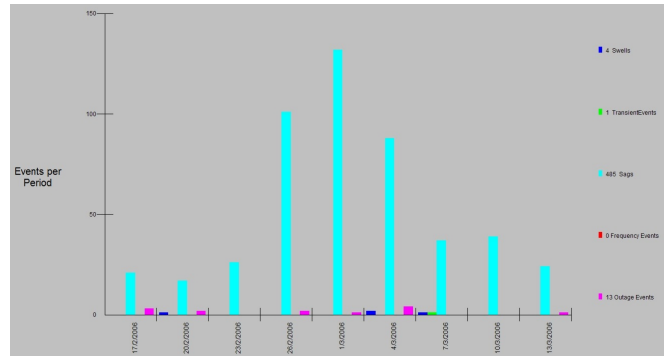


Figura 6 – Eventos registrados

A Figura 7 apresenta uma tela de visualização relativa a um surto medido.

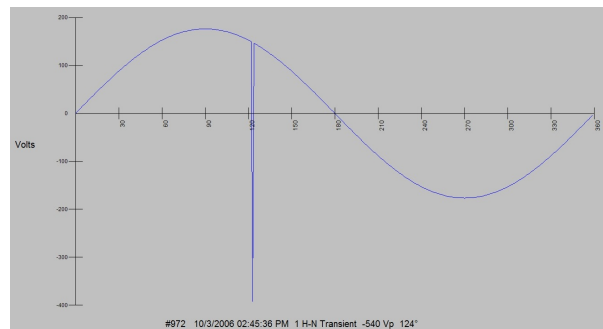


Figura 7 – Surto medido em campo

Ao todo foram comprados 6 aparelhos registradores de eventos. Tal número possibilitou duplicar o tempo de medição em campo se comparado ao período resultante dos três osciloscópios inicialmente previstos no projeto.

V. INSTALAÇÃO EM CAMPO

Como o principal objetivo do monitoramento em campo é a determinação exata dos eventos transitórios aplicados pela rede de distribuição ao consumidor, os registradores de eventos foram instalados no ponto de entrega utilizando-se condutores de conexão curtos o suficiente para não causar distorções nos sinais medidos.

Os registradores de eventos utilizados no projeto possuem um consumo de energia de aproximadamente 3 Wh, desta maneira a instalação no ponto de entrega permitiu ainda que o consumidor monitorado não fosse tarifado pela energia consumida pelo equipamento.

O diagrama elétrico simplificado da Figura 8 ilustra a instalação dos registradores de eventos de tensão.

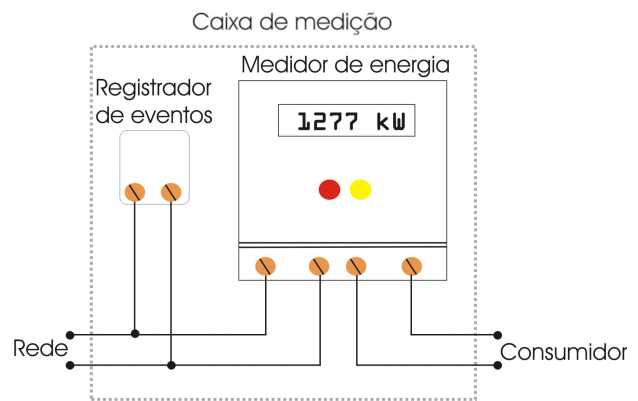


Figura 8 - Diagrama elétrico simplificado da instalação

A instalação propriamente dita foi realizada por funcionários devidamente designados pela AMPLA sob a supervisão da equipe de projeto.

O monitoramento foi realizado apenas em consumidores que consentiram com a instalação do equipamento em sua caixa de medição.

Tal contato com os consumidores permitiu ainda a realização de uma pesquisa sobre as principais ocorrências observadas na rede de distribuição além da coleta de relatos sobre a queima de equipamentos e as circunstâncias em que tais eventos ocorreram, enriquecendo desta maneira as informações levantadas no projeto.

Na Figura 9 são apresentadas duas imagens da instalação dos registradores de eventos no interior das caixas de medição.



Figura 9 - Registradores de eventos no interior das caixas de medição

Em uma das ocasiões um dos registradores de eventos foi retirado de campo por uma equipe de emergência da AMPLA pensando tratar-se de um dispositivo com a finalidade de cometer desvio de energia.

Desta maneira a equipe do projeto passou a aplicar em todas as caixas de medição em que os registradores foram instalados um aviso especial sobre o caráter investigativo do equipamento, conforme apresentado Figura 10.



Figura 10 – Advertência aplicada sobre a caixa de medição

Durante os 8 meses de monitoramento não foram identificadas quaisquer anomalias ou problemas de operação dos registradores de eventos utilizados.

Antes do início do trabalho de campo todos os equipamentos foram calibrados no Laboratório de Metrologia do LACTEC bem como submetidos a condições diversas de operação (altas temperaturas, umidade e outras) visando a determinação de possíveis problemas durante o período de monitoramento.

Após a retirada do campo todos os registradores foram novamente calibrados. Nenhum dispositivo apresentou qualquer sinal de degradação metrológica por ocasião de seu uso prolongado em condições extremas.

Todos os pontos de medição foram geo-referenciados através de GPS para que a coleta de eventos pudesse ser comparada com dados de descargas atmosféricas colhidos pela rede Rindat. [3]

Este procedimento visa a determinação dos níveis de surto transferidos pelo consumidor devido a este tipo de evento.

VI. DADOS COLHIDOS EM CAMPO

Durante o período de medição foram colhidos milhares de eventos elétricos transferidos da rede elétrica para os consumidores de baixa tensão.

A análise de tais dados foi feita com base em ferramentas estatísticas e no cruzamento de informações sobre os transitórios medidos com dados meteorológicos (descargas atmosféricas, chuvas intensas e vendavais) além dos registros de ocorrências na rede mantido pela AMPLA.

Afundamentos de tensão foram os eventos com maior número de registros obtidos durante o período de monitoramento especialmente quando da ocorrência de vento ou chuva forte.

A presença de vegetação densa ao longo das redes de distribuição da AMPLA é o principal fator motivador para a tamanha quantidade de afundamentos de tensão medidos.

Tal fato se comprova pela comparação dos dados medidos com dados meteorológicos. Em condições de chuva intensa ou vento a vegetação em contato com a rede provoca uma grande quantidade de afundamentos de tensão.

Não foram registrados surtos com tensão superior a 2,4 kV durante todo o período de monitoramento mesmo em regiões castigadas por descargas atmosféricas em tal período.

Através do cruzamento de dados medidos com dados atmosféricos fica evidente a caracterização dos eventos gerados durante uma tempestade com descargas atmosféricas conforme apresentado na Figura 11.

Neste gráfico fica clara a ocorrência de surtos (com tensão máxima de 1,7 kV) na rede em análise em um dia específico e em um curto espaço de tempo.

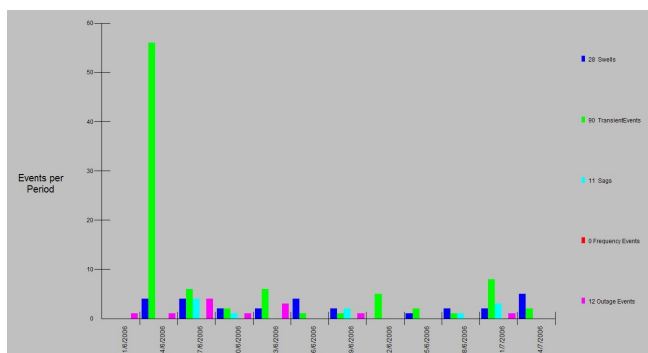


Figura 11 - Caracterização de tempestade com descargas atmosféricas

Um fenômeno observado com frequência foi a presença de surtos na rede, de maneira aproximadamente constante durante o dia ou durante os mesmos períodos de dias sucessivos.

A equipe do projeto não encontrou indícios de que tais eventos seriam causados por condições atmosféricas adversas ou mesmo por máquinas instaladas ao longo da rede.

Após uma minuciosa investigação descobriu-se que tais eventos são causados por problemas de conexão elétrica na rede de baixa tensão, especialmente no condutor neutro junto ao transformador ou mesmo na instalação do próprio consumidor. Tais eventos são, portanto, transitórios elétricos rápidos (EFT/Burst) comuns em chaveamentos de correntes indutivas.

Na Figura 12 é apresentado um gráfico com a distribuição de ocorrências de surtos em um determinado período de tempo.

Uma análise da rede a que este consumidor está conectado indicou um problema na conexão do neutro junto ao transformador como sendo a causa dos eventos registrados.

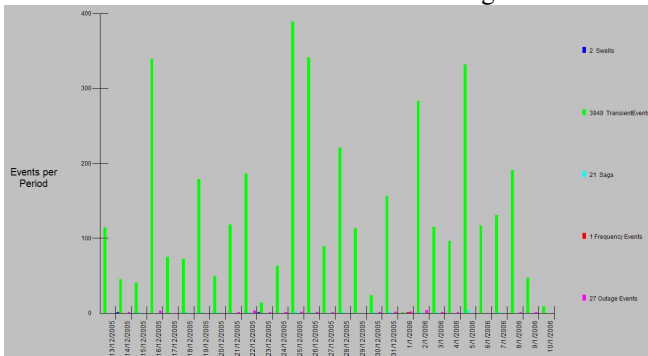


Figura 12 - Distribuição de surtos em função da data

Através da análise feita observou-se ainda uma distribuição de tais eventos em função do período do dia, especialmente em horários de ponta do sistema elétrico o que confirma a hipótese levantada (maiores correntes na rede e portanto um efeito acentuado de transitórios rápidos).

Embora sejam de baixa energia, a presença constante de eventos rápidos (EFT/Burst) pode degradar o isolamento de componentes elétricos levando à queima precoce de um equipamento ao longo do tempo de exposição.

Um dado importante é que tais eventos dificilmente são relatados por consumidores ou pela concessionária devido à dificuldades de medição ou mesmo desconhecimento do problema.

Em geral os equipamentos de medição disponíveis no mercado e utilizados pelas concessionárias de energia para

medições na rede não possuem resposta em frequência suficiente para a caracterização deste problema.

A tensão média de pico medida pela equipe do projeto foi de 730 V com valores máximos que superam 1,5 kV.

Outras informações coletadas referem-se aos tipos de fenômenos eletromagnéticos aplicados pela rede aos consumidores pela ocasião da abertura de chaves, operação de religadores, ruptura de cabos e outros.

Na Tabela I é apresentada a distribuição de eventos coletados.

Tabela I – Percentual de cada tipo de evento registrado

Tipo de evento	Percentual encontrado
Afundamentos de tensão	67 %
Interrupções com tempo de até 3 s	25 %
Interrupções com tempo entre 3 s e 2 min	5,6 %
Interrupções com tempo superior a 2 min	1,4
Sobretensão	0,3
Surtos elétricos	0,7

A expectativa inicial do projeto referia-se à determinação de uma possível correlação entre pedidos de ressarcimento e surtos elétricos, especialmente aqueles providos de descargas atmosféricas. Porém, durante o período de monitoramento não foram constatados pedidos de ressarcimento em nenhum dos consumidores monitorados, mesmo aqueles em que foram medidos surtos durante o período de estudo.

Durante as entrevistas realizadas com os consumidores que tiveram sua entrada de serviço monitorada constatou-se que grande parte dos pedidos de ressarcimento feitos por tais consumidores referia-se a equipamentos com tempo de uso superior a três anos.

Em algumas regiões em que as medições foram realizadas existe um grande número de pedidos de ressarcimento, porém não foram encontrados eventos eletromagnéticos na rede elétrica que justificassem este elevado número de pedidos. Esta informação, aliada ao tempo de vida útil dos equipamentos levantam a seguinte questão: algumas concessionárias de distribuição de energia podem estar assumindo um ônus financeiro decorrente da obsolescência dos equipamentos de seus clientes e não de problemas oriundos de suas redes de distribuição.

As medições realizadas na rede denominada “Rede Ampla” apresentaram aproximadamente 50 % menos eventos eletromagnéticos se comparados com as medições realizadas nas redes convencionais de distribuição da companhia. Isto reforça o apelo pela implantação deste tipo de rede na concessionária, que além de inibir a ocorrência de furtos pode resultar em melhor qualidade da energia entregue ao consumidor.

VII. RESULTADOS ENCONTRADOS x ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Esta etapa do projeto de P&D teve como finalidade a verificação da imunidade eletromagnética de eletrodomésticos comumente utilizados por grande parte dos consumidores residenciais.

É quase consenso no setor elétrico que uma grande quantidade de queimas de equipamentos residenciais deve-se à ação de surtos elétricos induzidos na rede de distribuição devido à descargas atmosféricas.

Embora no Brasil não existam dados efetivos e confiáveis sobre o assunto, tomando-se como base informações a nível internacional, eventos que agem sobre a rede de distribuição e que resultam em danos de eletrodomésticos [1] são principalmente devido a descargas atmosféricas, manobras no sistema e falta de manutenção na rede, conforme ilustra a Figura 13.

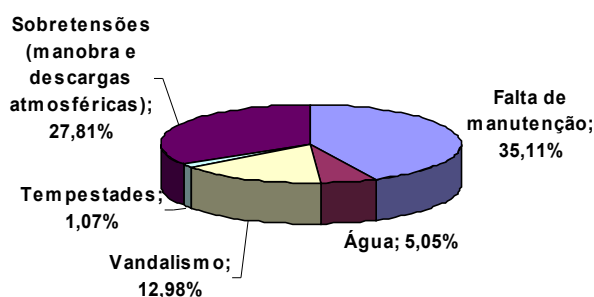


Figura 13 – Eventos que resultam em danos em eletrodomésticos.

Desta informação fica evidente a necessidade de se realizar ensaios que simulem os efeitos de descargas atmosféricas sobre equipamentos eletrodomésticos. Tais ensaios são conhecidos como ensaios de imunidade a surtos.

Apesar da evidência da necessidade de ensaios de impulso, não fica clara nas referências bibliográficas consultadas a necessidade de outros ensaios para a verificação da suportabilidade elétrica de equipamentos de uso residencial.

Na literatura consultada existe uma predominância de estudos relacionando danos em eletrodomésticos e elevações da tensão da rede, como surtos atmosféricos e de manobra, porém é muito pouco freqüente a correlação entre tais danos e outros fenômenos, especialmente reduções abruptas da tensão de alimentação (afundamentos ou interrupções). Em média, de 92 % a 98 % [2] dos distúrbios eletromagnéticos observados em linhas de distribuição de energia referem-se a afundamentos de tensão.

Os principais efeitos resultantes de afundamentos de tensão e apresentados na literatura refere-se ao desligamento ou reset de equipamentos submetidos a este tipo de fenômeno, o que é extremamente importante quando se trata de equipamentos de informática e processos industriais sensíveis em que uma interrupção pode causar prejuízos financeiros de grande monta. [6]

Não existem menções a um possível efeito dos afundamentos de tensão no envelhecimento precoce de equipamentos eletrodomésticos. Porém a grande presença de afundamentos de tensão nas medições feitas em campo levou a equipe envolvida no projeto a realizar um grande estudo de

ordem prática na tentativa de determinar os possíveis efeitos deste tipo de evento em equipamentos eletrodomésticos, sobretudo aqueles alimentados por fontes chaveadas.

Para a realização deste estudo foram simulados eventos com duração e magnitude similar aos eventos encontrados em campo durante um grande período de tempo.

Alguns equipamentos tiveram seus componentes monitorados antes e após o término deste trabalho para a determinação de uma possível degradação se comparados com equipamentos de controle que não foram submetidos aos mesmos eventos.

O estudo foi realizado empregando-se a mesma instrumentação utilizada nos ensaios prescritos na norma IEC 61000-4-11 e os resultados encontram-se apresentados em [7].

Além dos ensaios de afundamentos de tensão, foram realizados ensaios de impulso combinado em diversos tipos de eletrodomésticos utilizando-se os níveis de tensão de impulso medidos em campo.

Para a realização destes ensaios foi utilizada como referência a norma IEC 61000-4-5. Foram adquiridos diversos tipos de equipamentos, selecionados entre aqueles que aparecem com maior freqüência nos pedidos de ressarcimento feitos à AMPLA.

Os impulsos combinados foram aplicados aos equipamentos sob ensaio em degraus de 200 V, até a tensão máxima de 4 kV prevista na norma IEC 61000-4-5.

Na Figura 14 é apresentado o gerador de impulso utilizado nos ensaios de impulso combinado.



Figura 14 - Gerador de impulso utilizado

Os resultados dos ensaios de impulso são apresentados na Tabela II. Alguns equipamentos ensaiados, especialmente os mais baratos apresentaram uma tensão suportada extremamente baixa. Tais equipamentos apresentam-se destacados em vermelho desta tabela.

Tabela II – Percentual de cada tipo de evento registrado

Tipo de evento	Tensão suportada
TV 20"	< 3,6 kV
TV 20"	> 4 kV
TV 20"	> 4 kV
TV 20"	> 4 kV
TV 20"	< 3,4 kV
TV 20"	< 1,6 kV
TV 20"	> 4 kV
TV 20"	< 2,4 kV
TV 20"	< 3,6 kV
TV 20"	> 4 kV
TV 14"	< 3,8 kV
TV 14"	> 4 kV
TV 14"	< 3,4 kV
Vídeo cassete	< 2,8 kV
Vídeo cassete	< 2,4 kV
Vídeo cassete	< 3,4 kV
Vídeo cassete	> 4 kV
DVD player	< 1,6 kV
DVD player	< 2,8 kV
Microsystem	> 4 kV
Microsystem	> 4 kV
Microsystem	< 2,8 kV
Forno microondas	> 4 kV
Forno microondas	> 4 kV
Forno microondas	< 2,4 kV
Rádio-relógio	> 4 kV
Rádio-relógio	< 3,6 kV

Após a realização dos ensaios, os equipamentos danificados foram desmontados e analisados.

Todas as unidades que apresentaram problemas não possuíam varistores de proteção na entrada de alimentação de energia elétrica. Sendo assim, outros componentes como capacitores e transistores das fontes de alimentação absorvem diretamente a energia de um surto propagado pela rede elétrica, mesmo aqueles de intensidade muito baixa.

A falta de componentes de proteção contra surtos em equipamentos eletrodomésticos deveria ser verificada através de testes de homologação de produto, assim como ocorre em países da Comunidade Européia, nos Estados Unidos, Canadá e alguns outros países.

No Brasil os ensaios neste tipo de equipamento não são compulsórios, sendo assim a baixa qualidade deste tipo de produto resulta em uma baixa vida útil e prejuízos para os consumidores e também para as concessionárias de distribuição de energia que acabam ressarcindo indevidamente tais equipamentos quando danificados supostamente por suas redes de abastecimento.

A Figura 15 e a Figura 16 apresentam componentes de equipamentos danificados durante os ensaios de impulso.



Figura 15 – Componentes danificados durante os ensaios



Figura 16 – Interior de uma TV danificada nos ensaios.

VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados coletados foram de grande valia para a determinação dos eventos eletromagnéticos típicos das redes de distribuição da AMPLA bem como um subsídio importante para a realização dos ensaios de imunidade eletromagnética em laboratório.

Foi possível estabelecer melhorias no processo de análise de pedidos de ressarcimento da AMPLA que agora pode atuar de maneira mais justa na concessão de ressarcimentos aos consumidores que realmente possuem este direito.

A metodologia de medição adotada no projeto mostrou-se adequada também para a melhoria da rede de distribuição de energia da AMPLA. Com os registradores de eventos empregados no projeto a companhia pode determinar perfis de tensão ao longo da rede, locais para a poda de árvores com urgência, problemas de aperto em componentes da rede e outros tipos de situação, empregando instrumentação simples e de baixo custo, o que se reflete em melhores serviços prestados ao consumidor.

A previsão inicial do projeto não foi confirmada, ou seja, a agressividade eletromagnética da rede elétrica de distribuição da AMPLA é inferior ao que se esperava, especialmente em regiões com grande quantidade de pedidos de ressarcimento.

Apesar da baixa agressividade da rede, muitos eletrodomésticos ainda assim seriam danificados pela mesma, especialmente devido a problemas de falta de qualidade destes equipamentos.

Frente aos resultados colhidos, as concessionárias de distribuição deveriam atuar junto aos órgãos competentes do poder público para que seja criada uma estrutura de certifi-

cação de produtos eletrodomésticos, visando a garantia da qualidade, o que resguarda tanto os consumidores quanto as próprias concessionárias.

A equipe do projeto sugere que outros trabalhos similares sejam feitos, focando especialmente o envelhecimento de equipamentos e a baixa qualidade de muitos eletrodomésticos vendidos ao mercado consumidor brasileiro.

IX. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ANEEL pela confiança depositado no projeto de P&D, sem a qual a pesquisa não poderia ter sido realizada.

X. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] N. Cumbria, M. DeRegt, N.D. Rao, "Effects os Power Disturbances on Sensitive Loads", – IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering – Alberta, Canada – Maio de 1999.
- [2] Mertens, E. A., Bonato, B. D., Dias, L. F. S., "Avaliação do Sistema elétrico Quanto às Variações de Tensão de Curta Duração", XVI Sendi – Seminário Nacional de Energia Elétrica, Brasília, novembro de 2004.
- [3] Hirai, T., Okabe, S., "Monitoramento de Descargas Atmosféricas em Redes de Distribuição Reais", Revista Eletricidade Moderna, maio de 2004.
- [4] Piantini, A.; Kanashiro, A. G.; Carneiro, J. C. Surtos Transferidos à Rede de Baixa Tensão Via Transformador – Influência da Carga Conectada ao Secundário. Anais do XV Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica(SENDI 2002), Salvador, 2002.
- [5] Barker, P.P, Burke, J.J., Short, T.A., Werren, C.A., Burns, C.W., Siewierski, J.J., "Power Quality Monitoring of a Distribution System", IEEE Transactions on Power Delivery", Vol. 9, No. 2, April-1994, p 1136-1142.
- [6] Koval, D. O., Bocancea, R. A., Yao, K., Hughes, B., "Canadian National Power Quality Survey: Frequency and Duration of Voltage Sags and Surges at Insutrial Sites", IEEE Transactions os Industry Applications, Vol. 34, No.5, September/October, 1998.
- [7] Araujo, R.L., Medeiros, M. B. D. A., Fraga, F.E.R., Ardjo-mand, L.M., Ravaglio, M., "Envelhecimento Precoce de Eletrodomésticos por Efeito de Afundamentos de Tensão", Relatório de projeto de P&D, Rio de Janeiro, 2007.