

# Metodologia para Suporte à Análise de Pedidos de Indenização em Queimas de Aparelhos na Área de Concessão da Eletropaulo

E. L. Ferrari; N. Kagan; N. M. Matsuo; C. A. S. Penin; S. X. Duarte - Enerq/USP  
I. T. Domingues; A. J. Monteiro - Eletropaulo

**Resumo** - Este artigo apresenta as bases do sistema informatizado de análise e suporte técnico para atendimentos de pedidos de indenização de consumidores por queima de aparelhos. O sistema, na sua primeira versão, já está em uso na Eletropaulo, e estão em andamento os trabalhos de aperfeiçoamento. Os trabalhos incluem estudo de solicitações a que os consumidores são submetidos, com simulações computacionais de ocorrências na rede elétrica, otimização e aprimoramento da coleta automática de dados do sistema e aperfeiçoamento do programa de análise que, com base nas informações disponíveis, realiza diagnósticos dos casos de pedidos de indenização. Uma visão geral desse sistema é apresentado, incluindo os estudos de simulações computacionais utilizando o programa ATP (Alternative Transients Program).

**Palavras chave:** qualidade de energia; atendimento de consumidores; faltas em sistemas elétricos; pedidos de indenização

## I. INTRODUÇÃO

Um assunto cada vez mais importante nas relações entre a empresa de energia elétrica e os consumidores refere-se aos pedidos de indenização por queima de aparelhos. A sociedade tem demandado cada vez mais por melhores padrões de qualidade de fornecimento.

A USP e a Eletropaulo vem desenvolvendo um sistema informatizado de análise e suporte técnico para atendimento dos casos de pedidos de indenização, tornando o processo de atendimento mais eficiente e de acordo com critérios técnicos estabelecidos com base em estudos do sistema e em informações sobre a suscetibilidade de aparelhos.

O sistema, na sua versão inicial, já está em funcionamento na Eletropaulo. O trabalho de continuidade está em andamento e prevê a otimização da coleta de informações do sistema, a ampliação do “elenco” dos tipos de ocorrências em rede analisados e a investigação quanto à suscetibilidade de aparelhos face a perturbações na tensão de alimentação.

A metodologia utilizada está esquematizada na Figura 1.

O objetivo do trabalho desenvolvido é abordar esse tema de maneira bastante abrangente, desde o estudo das possíveis solicitações a que os consumidores são submetidos em consequência das ocorrências na rede elétrica, até a análise da sensibilidade de alguns tipos de equipamentos presentes nas instalações de consumidores, quando submetidos às solicitações analisadas. Além do estudo de solicitações provocadas por ocorrências na rede de distribuição e do estudo de sensibilidade de equipamentos, faz parte do trabalho desenvolver aplicação computacional que proporcione suporte à tomada de decisão em pedidos de indenização. Para tanto, o desenvolvimento deste sistema inclui a coleta automática de informações do sistema de gerenciamento das ocorrências (GOD) e do sistema de gerenciamento de redes (GRADE) da Eletropaulo, tendo em vista o cruzamento das informações fornecidas pelo consumidor em seu pedido de indenização com os eventos disponibilizados nos sistemas corporativos da empresa. Com esses dados e com as informações vindas do estudo das situações anormais do sistema e informações quanto à suscetibilidade disponíveis, obtêm-se um diagnóstico para cada caso analisado.

A Eletropaulo, desta forma, terá disponível uma metodologia e modelo de apoio à decisão abrangente e padronizado para toda a empresa, para pedidos de indenização de consumidores. O sistema permitirá também, a partir de formação e gerenciamento de base de dados, a realização de estatísticas quanto às solicitações de consumidores, por região, por período de tempo, etc.

## II. METODOLOGIA

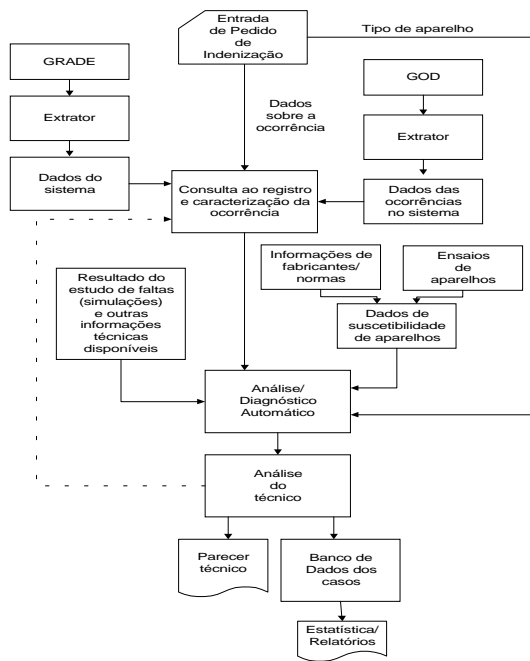


Figura 1 - Diagrama de blocos ilustrando a metodologia utilizada no sistema de análise de pedidos de indenização

### III. INFORMAÇÕES DO SISTEMA DA ELETROPAULO E EXTRAÇÃO DOS DADOS DO MAINFRAME

A integração com o sistema GOD é feita através de um programa Extrator. Esse sistema busca os dados principais da ocorrência e de serviço. Assim, como dados de entrada do programa Extrator, tem-se a data início e data fim de pesquisa dos desligamentos ocorridos, a regional de interesse, e outros circuitos pertinentes à pesquisa. Ao final da extração desejada, os arquivos ficam armazenados no *mainframe* da Eletropaulo, e são posteriormente transferidos para o micro, em uma base de dados Access.

São três arquivos:

- Desligamentos:** Indica todos os desligamentos havidos no período solicitado. Contém os campos com as informações como: circuito, instalação, número da ocorrência, tipo de ocorrência, número sequencial, data e hora do início e do fim da ocorrência, código de classe, órgão, endereço, etc.
- Consumidores:** lista todos os consumidores que sofreram alguma interrupção no período solicitado. Como informação de cada consumidor é dado o seu número de referência, o seu ponto de entrega, a instalação transformadora, o circuito que o alimenta, etc.. Estas informações são obtidas do GRADE.
- Serviços:** Esta tabela é obtida para os desligamentos do item (a) que possuem serviço associado, contendo informações sobre o número da ocorrência, fase, componente, estado do componente, tipo, bitola e condição do fio

Atualmente está em desenvolvimento um novo sistema onde a extração é feita para uma base de dados ORACLE, sendo esperados ganhos em desempenho e confiabilidade.

### IV. PROGRAMA DE ANÁLISE E INTERFACE

A interface foi desenvolvida de modo a tornar mais eficiente e rápida a análise que o técnico realiza quando avalia um pedido de indenização.

Quando o técnico recebe uma solicitação, esta contém a data de ocorrência da queima do aparelho, o tipo de aparelho e a identificação do consumidor, dentre outras coisas. Assim, o técnico acessa o sistema desenvolvido, de nome PID - Eletropaulo, e cadastra a solicitação. A Figura 2 ilustra este procedimento no sistema desenvolvido.

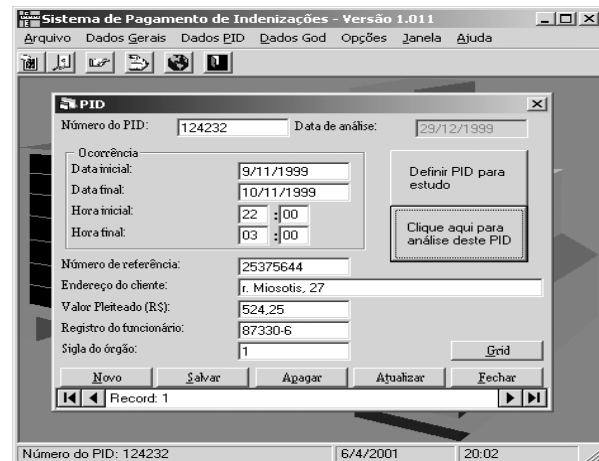


Figura 2 - Triagem inicial da solicitação

A seguir, o técnico pode utilizar o sistema para analisar se há ou não, na região elétrica onde o consumidor se encontra, registro de alguma ocorrência com data e hora compatíveis com a reclamação. Neste caso, o sistema apresenta uma tela com todas as ocorrências que tenham sido registradas no GOD, referentes ao circuito a que pertence o consumidor em questão, conforme ilustrado na Figura 3.

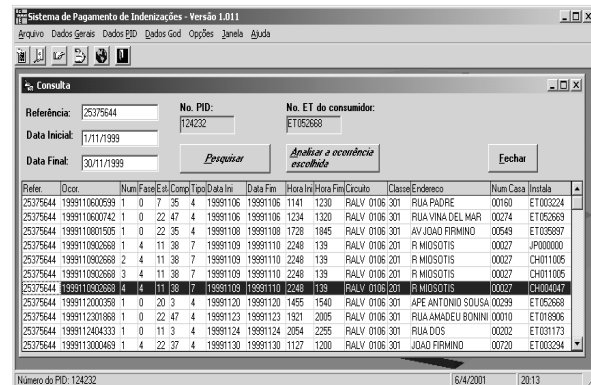


Figura 3 - Todas as ocorrências no circuito em estudo, no intervalo de tempo desejado

Assim, o técnico pode verificar, entre as ocorrências apresentadas, aquela que julga ter causado o dano reclamado pelo consumidor. Nota-se na figura 4 que cada ocorrência possui todas as informações indispensáveis para a análise, incluindo o endereço, de forma que é possível comparar-se as informações diminuindo-se as chances de erro.

A seguir, parte-se para o processo de análise da ocorrência escolhida. Neste caso, o sistema de apoio à tomada de decisão considera, automaticamente, os procedimentos do PID (elaborados pela Eletropaulo tendo como base experiências anteriores na própria empresa, trabalhos do CODI e simulações adicionais do âmbito deste projeto) para auxiliar o técnico na análise do pedido de indenização.

Figura 4: Parecer técnico com análise de PID

Cabe ao técnico verificar a validade das informações e, caso verifique alguma inconsistência, re-analisar o PID com a ferramenta disponível no sistema. Assim que a análise for conclusiva, o técnico deve dar seu parecer, fazendo a devida classificação da ocorrência e aprovando ou não o valor solicitado. Ainda tem ao seu alcance dados como a listagem de PIDs daquele cliente (correlação por cliente), ou a listagem de PIDs referentes àquela ocorrência (correlação por ocorrência).

Os dados e resultados relativos a cada solicitação de indenização por queima de aparelhos são armazenados na base de dados do sistema, e ficam disponíveis para serem consultados a qualquer momento, alimentando a base de dados para próximas análises de correlação.

A partir desta base de dados, é disponibilizada uma série de relatórios que apoiam vários departamentos da Eletropaulo, em diversas ações que possibilitam maior eficiência do sistema, melhoria dos padrões utilizados na rede elétrica e menores custos com indenizações. Entre os relatórios disponíveis importantes tem-se: as estatísticas de classificação de todos os PIDs em um determinado intervalo de tempo, PIDs procedentes, com valores superiores, iguais ou inferiores a um valor pré-determinado, informações sobre o PID em análise, e busca de PIDs por palavras-chave, como a data da ocorrência ou da análise, valor pleiteado, procedentes ou não, etc.

## V. ENSAIOS DE SUSCETIBILIDADE COM APARELHOS

### A. Procedimento de Ensaio

Os ensaios de suscetibilidade são realizados em duas etapas:

- inicialmente são aplicados afundamentos de tensão, que tem sua severidade aumentada gradualmente
- posteriormente são aplicadas elevações de tensão, que tem sua severidade aumentada gradualmente.

Deve-se entender por severidade a amplitude e a duração do evento.

O objetivo do ensaio é identificar quando o equipamento começa a funcionar de maneira inadequada, e se há a possibilidade de destruição de parte do equipamento ou de todo quando submetido a estas condições.

### B. Equipamento Utilizado para a Realização de Testes de Suscetibilidade e Aparelhos Eletro-Eletrônicos Ensaaiados

O equipamento utilizado para a aplicação de ensaios de suscetibilidade em aparelhos eletro-eletrônicos é um sistema de aquisição e controle de dados, desenvolvido no Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Este sistema é constituído por: um micro-computador, uma placa de aquisição e controle de sinais, uma placa de condicionamento de sinais, sensores de tensão, sensores de corrente e uma chave estática trifásica controlável.

Neste sistema temos a opção para aquisição até 16 sinais de entradas analógicas, de tensão ou de corrente, além de ser possível o comando de 8 entradas ou saídas digitais. A associação deste hardware com softwares especificamente desenvolvidos possibilita a geração de uma série de eventos associados a variações momentâneas da tensão, com possibilidade de controle de amplitude e duração dos eventos, com respectiva aquisição dos sinais antes do defeito, durante o defeito e após o defeito. Estas possibilidades oferecem grande flexibilidade ao sistema permitindo a realização de diversas análises.

Descrição dos detalhes desse sistema pode ser encontrada no artigo [1].

### C. Aparelhos Ensaaiados

Para a presente etapa de desenvolvimento do projeto, são previstos ensaios com os seguintes aparelhos: TV, refrigerador doméstico, vídeo-cassete, micro-computador, aparelho de áudio, condicionador de ar, forno de microondas, fax, rádio relógio, motor monofásico, motor trifásico de indução e sistema com motor de indução com acionamento eletrônico.

## VI. ESTUDOS DE FALTAS NA REDE

O desenvolvimento de estudos de simulação no sistema da Eletropaulo, em redes típicas, visa a avaliação das solicitações,

principalmente sobretensões, nas instalações consumidores, quando da ocorrência de eventos na rede. O principal programa utilizado para a realização dessas simulações é o ATP (Alternative Transients Program). São estudadas as condições anormais de tensão, contemplando casos em regime permanente, bem como eventos temporários e transitórios.

### A. Principais Estudos de Simulações

Os principais estudos realizados foram:

#### a) Estudos na rede secundária

- a.1- Estudo de curto-circuito, envolvendo análise das situações antes e após operação da proteção
- a.2- Estudo de rompimento do neutro do circuito secundário

#### b) Estudos na rede primária

- b.1- Estudo de rompimento do neutro na rede primária
- b.2- Abertura de fase
- b.3- Curto-circuito (entre fases, fase-neutro, fase-terra)
- b.4- Chaveamento de bancos de capacitores
- b.5- Operação do disjuntor quando do defeito e restabelecimento do alimentador

Nessas simulações são estudadas as influências de diversos parâmetros, como: condições de carregamento e desequilíbrio de carga na rede; valores de aterramento do sistema e a configuração da rede

Para as simulações foi considerada uma rede típica de 13.8 kV (13.2 kV) da Eletropaulo apresentada na figura 5.

### B. Alguns Resultados Obtidos

Alguns resultados obtidos, para aplicação de defeitos fase-neutro, são apresentados a seguir, a título de ilustração:

Faltas fase-neutro na rede primária podem causar sobretensões consideráveis nos circuitos de baixa tensão.

Essas sobretensões são consequência da composição de dois efeitos:

- desequilíbrio nos fasores das tensões do lado do primário do transformador de distribuição, que são transferidos para o secundário, podendo resultar em sobretensão
- queda de tensão ao longo do condutor neutro, no trecho comum primário/secundário com a passagem da corrente de defeito, provocando sobretensão fase-neutro

A Tabela 3 apresenta os resultados de simulações com a rede da Figura 5, considerando falta fase-neutro em diferentes pontos da rede primária e avaliando as tensões nos secundários de diferentes transformadores de distribuição. Os circuitos secundários considerados possuem trechos em que o neutro é comum para as linhas primária e secundária, com extensão de 100 m em um dos lados do transformador. As sobretensões são do tipo temporário, uma vez que a atuação da proteção do alimentador elimina a situação.

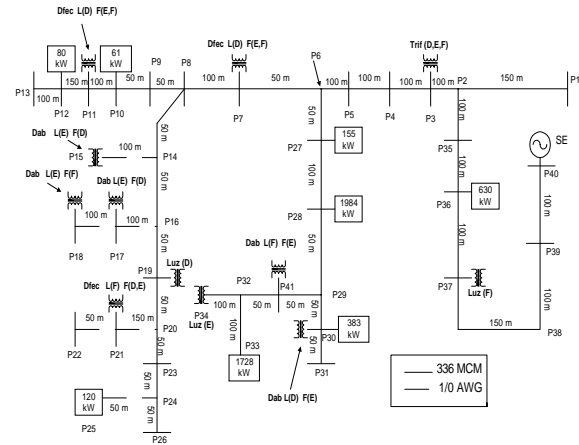


Figura 5 - Diagrama Esquemático da Rede Primária Usada Para as Simulações

Tabela 3 - Sobretensões nos secundários dos transformadores de distribuição durante defeitos fase-neutro na rede primária. Valores de tensão em pu

Local do defeito	Tensões na rede secundária (pu)							
	fase-fase (pu)				fase-neutro (pu)			
	Trafo P37 Monof*	Trafo P41 Dab*	Trafo P7 Dfec*	Trafo P3 Trif*	Trafo P37 Monof*	Trafo P41 Dab*	Trafo P7 Dfec*	Trafo P3 Trif*
P8 (D)	1.04	1.30	-	-	1.93	1.21	1.46	1.55
P8 (E)	-	1.19	-	-	1.47	1.04	1.77	1.47
P8 (F)	-	1.14	-	-	1.27	1.32	1.53	1.51
P41 (D)	1.04	1.40	-	-	1.90	2.31	-	1.53
P41 (E)	-	1.08	-	-	1.44	1.71	-	1.46
P41 (F)	-	1.19	-	-	1.25	1.37	-	1.50
P6 (D)	1.04	1.32	-	-	2.00	1.25	-	1.62
P6 (E)	-	1.04	-	-	1.53	1.06	-	1.54
P6 (F)	-	1.16	-	-	1.31	1.37	-	1.58

(\* Nota: Tipo de ET: Monof: monofásica; Dab: banco com secund. em delta aberto; Dfec: banco com secund. em delta fechado; Trif: transf. trifásico

## VII. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] N. Kagan et Al. - Sistema Gerador de VMTs para Avaliação da Suscetibilidade de Equipamentos - SQBEE/2001 - 12 a 17/8/2001 - Porto Alegre