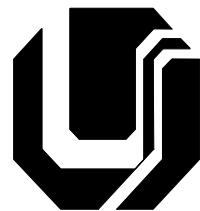


UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



**ESTUDOS AVALIATIVOS DO DESEMPENHO DO
APLICATIVO APR ATRAVÉS DE CASOS REAIS
DE CONSUMIDORES DA REGIÃO
METROPOLITANA DE CUIABÁ**

José Nelson Quadrado Júnior

Uberlândia, 15 de março de 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**ESTUDOS AVALIATIVOS DO DESEMPENHO DO
APLICATIVO APR ATRAVÉS DE CASOS REAIS DE
CONSUMIDORES DA REGIÃO METROPOLITANA
DE CUIABÁ**

José Nelson Quadrado Junior

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, perante a Banca Examinadora abaixo, como parte dos requisitos necessários á obtenção do título de Mestre em Ciências.

José Carlos de Oliveira, PhD. (Orientador) – UFU
Carlos Eduardo Tavares, Dr. – UFU
Kleiber David Rodrigues, Dr. – UFU
Marcus Vinícius Borges Mendonça, Dr. - UnB

Uberlândia, 15 de março de 2012.

**ESTUDOS AVALIATIVOS DO DESEMPENHO DO
APLICATIVO APR ATRAVÉS DE CASOS REAIS DE
CONSUMIDORES DA REGIÃO METROPOLITANA
DE CUIABÁ**

JOSÉ NELSON QUADRADO JÚNIOR

Dissertação apresentada por José Nelson Quadrado Júnior à Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Prof. José Carlos de Oliveira, PhD.
Orientador

Prof. Alexandre Cardoso
Coordenador Pró-Tempore do Curso de
Pós- Graduação

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus queridos pais,
José Nelson Quadrado e Orli Durão Quadrado,
a minha querida irmã Jaqueline, aos grandes
amores de minha vida Gislene e João Pedro, ao
meu irmão de coração Anibal e a todos meus
amigos.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS pela minha vida, pela minha família e por todas as bênçãos que ele tem derramado sobre nós por todos os momentos de nossas vidas.

Ao professor orientador José Carlos de Oliveira pelo incentivo, pela confiança na minha capacidade de realização, pela orientação segura e principalmente, pela amizade, paciência, presteza e compreensão durante as etapas desafiadoras deste trabalho.

A concessionária de distribuição de energia elétrica, Centrais Elétricas Matogrossenses – CEMAT, que forneceu os dados para que esse trabalho se concretizasse integralmente.

Ao professor Roberto Apolônio por toda ajuda e esclarecimentos durante as discussões sobre o tema dessa dissertação.

Aos meus pais, na pessoa do meu pai, o responsável pelo meu interesse e amor pela vida acadêmica, e que sempre me incentivou e orientou durante os anos de iniciação científica na graduação.

A todos os professores e funcionários da Universidade Federal de Uberlândia, que me acolheram de maneira maravilhosa, e que durante todos os momentos, deram total apoio para a realização deste trabalho.

Pais, irmãos, esposa e filho, por sempre terem me incentivado em todos os momentos de minha vida, desde a infância até os dias de hoje, pelo apoio durante a realização desta pós-graduação e pela compreensão às várias ausências do seu convívio.

A minha esposa, Gislene Ayache, por estar sempre ao meu lado durante os momentos mais importantes da minha vida, pelo seu amor incondicional durante todo esse tempo juntos, e que sem sombra de dúvidas, está muito feliz pela realização de mais esse objetivo.

Aos meus amigos, Fernando Gadenz e Orlando Adolfo da Silva, os quais estão desde o inicio juntos nessa empreitada, que fizeram parte da conquista desse objetivo, e pelos esclarecimentos durante as discussões sobre o tema da dissertação.

Aos meus amigos, Carlos Eduardo “Cadu”, Marcus Vinícius e Loana Velasco, os precursores para que essa dissertação se concretizasse, pelo apoio e esclarecimentos na hora das dúvidas, pelo convívio durante esses anos de mestrado, e que tiveram papel imprescindível para a realização dessa dissertação.

Aos demais amigos, que apesar de não terem sido citados aqui, também estão presentes nos agradecimentos que faço em meu coração, por todo carinho e apoio, ao longo de minha vida e para realização desse trabalho.

RESUMO

Nos últimos anos os pedidos de ressarcimento por danos em equipamentos eletroeletrônicos têm aumentado substancialmente, merecendo a atenção de todas as concessionárias de distribuição de energia elétrica, agências de regulação, consumidores e outros órgãos governamentais. Tais preocupações motivaram o tema central dessa dissertação, que tem como objetivo estabelecer os primeiros procedimentos voltados para o processo de validação de um programa computacional – APR, desenvolvido no âmbito da Universidade Federal de Uberlândia e destinado a emissão de pareceres sobre pedidos de ressarcimentos. A estratégia consiste em comparar os indicativos fornecidos pelo mencionado aplicativo com os pareceres oferecidos pelas concessionárias de energia elétrica através de seus métodos clássicos. Em consonância com o programa utilizado os procedimentos empregados para os trabalhos compreendem etapas atreladas com: a identificação do consumidor reclamante, modelagem do respectivo alimentador, reprodução do distúrbio ocorrido, definição e simulação dos equipamentos contemplados e, por fim, o estabelecimento da correlação entre os esforços dielétricos e térmicos impostos aos equipamentos e suas respectivas suportabilidades. Com tal estratégia em mente, procede-se, pois, a uma primeira fase das atividades associadas com um processo avaliativo para a consolidação da estrutura computacional desenvolvida, a qual, uma vez demonstrada sua confiabilidade, se apresenta como uma importante ferramenta para a emissão de pareceres sobre PID's, em que pese a rapidez, segurança e imparcialidade na análise.

Palavra-Chave: estudos de casos, aplicativo computacional, qualidade da energia, ressarcimento de danos, modelagem.

ABSTRACT

In the last years the refunding requests for damages in electric and electronic equipments have been increasing substantially and this subject has deserved the attention of electric power utilities, regulation agencies, consumers and other government organizations. Such concerns have emerged the theme referred in this dissertation which aims at establishing the first steps towards the validation of a computational program - APR developed at the Federal University of Uberlandia. This software is to be used to provide reports about specific refunding requests throughout technical and scientific electrical fundaments. The strategy here focused is based on the comparison of real cases computational results from the APR to the traditional procedures followed by of electric power utilities. To achieve such goals the studies are carried out in accordance with the following sequence: consumer claimer's identification, modeling the respective feeder circuit, disturbance simulation, selection of the claimed equipment and, at the end, the determination of the correlation among the distribution system disturbances causing dielectric and thermal effects applied at the claimed equipment and the corresponding tolerances allowed in terms of the device supportability limits. Following the above steps it becomes clear that the APR applicative is then submitted to a first level of a validation strategy toward the achievement of a reliable, rapid and consistent computational tool to help decisions about equipment damage requests.

Keywords: case studies, application computational, power quality, refunding request of damages, modeling.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	16
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	16
1.2 ESTADO DA ARTE.....	18
1.3 A CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	23
1.4 CONTRIBUIÇÕES DESTA DISSERTAÇÃO.....	26
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	28
CAPÍTULO II.....	30
2 FUNDAMENTOS, REGULAMENTAÇÃO E DISTÚRBIOS TÍPICOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO	30
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	30
2.2 TIPOS DE CONSUMIDORES.....	33
2.3 ATRIBUIÇÕES DE UMA EMPRESA CONCESSIONÁRIA.....	36
2.4 INDICADORES DE QUALIDADE DA ENERGIA	38
2.5 DISTÚRBIOS TÍPICOS E SUAS ORIGENS	41
2.6 DISTÚRBIOS TÍPICOS NAS REDES ELÉTRICAS: TIPOS E IMPACTOS	47
2.7 RESOLUÇÃO 061/2004/ANEEL E SUAS REVISÕES	67
2.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
CAPÍTULO III	78
3 SÍNTESE DO APLICATIVO APR	78
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	78
3.2 MODELOS COMPUTACIONAIS DOS EQUIPAMENTOS.....	79
3.3 MODELOS DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO.....	80
3.4 MODELOS DOS DISTÚRBIOS TÍPICOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO	81
3.5 CÁLCULOS DAS SOLICITAÇÕES DIELÉTRICAS E TÉRMICAS	82
3.6 CARACTERÍSTICAS DE SUPORTABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS.....	84
3.7 ESTRUTURA DO APLICATIVO APR	86
3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
CAPÍTULO IV.....	101

4 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO APLICATIVO APR ATRAVÉS DE ESTUDOS DE CASOS REAIS	101
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	101
4.2 SELEÇÃO DOS CASOS PID'S UTILIZADOS PARA O PROCESSO AVALIATIVO	102
4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS CASOS SELECIONADOS E RESULTADOS OBTIDOS	103
CAPÍTULO V	147
5 CONCLUSÕES GERAIS.....	147
5.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	152

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Quantidade de Processos Deferidos.....	25
Figura 1.2 - Quantidade de Processos Indeferidos.....	26
Figura 2.1 – Mapa Isoceráunico do Brasil.....	45
Figura 3.1 – Modelos dos distúrbios elétricos desenvolvidos no ATP.	81
Figura 3.2 – Estrutura do aplicativo APR	87
Figura 3.3 – Interface gráfica do APR	88
Figura 3.4 – Parâmetros de entrada de um transformador da subestação	90
Figura 3.5 – Parâmetros de entrada de um transformador de distribuição	91
Figura 3.6 – Parâmetros de entrada de um cabo de baixa tensão	92
Figura 3.7 – Parâmetros de entrada de um cabo blindado	93
Figura 3.8 – Parâmetros de entrada de pára-raios	94
Figura 3.9 – Escolha de equipamentos sob investigação	95
Figura 3.10 – Parâmetros do Religamento Tripolar.....	97
Figura 3.11 – Parâmetros da Manobra Monopolar.	99
Figura 4.1 – Modelagem do alimentador para o Caso 01.....	107
Figura 4.2– Seleção do equipamento sob a análise.....	108
Figura 4.3- Representação do distúrbio associado com o Caso 01 – desligamento seguido de religamento tripolar.....	111
Figura 4.4- Tensão na entrada do condicionador de ar – religamento tripolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 01.....	112
Figura 4.5- Corrente na entrada do condicionador de ar – religamento tripolar no alimentador de 13,8kV – Caso 01.	112
Figura 4.6- Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 01 – Condicionador de ar.....	113
Figura 4.7- Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 01 – Condicionador de ar.....	113
Figura 4.8- Modelagem do alimentador para o Caso 02.	115

Figura 4.9– Definição do equipamento contemplado na análise de consistência do pedido de ressarcimento.....	116
Figura 4.10- Representação do distúrbio associado com o Caso 02 – manobra monopolar da chave fusível.....	118
Figura 4.11- Tensão na entrada do Refrigerador – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador em 13,8kV – Caso 02.....	119
Figura 4.12- Corrente na entrada do Refrigerador – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 02.....	119
Figura 4.13 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 02 – Refrigerador.....	120
Figura 4.14 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 02 – Refrigerador.....	120
Figura 4.15 - Modelagem do alimentador para o Caso 03.....	123
Figura 4.16 – Definição dos equipamentos considerados na análise de consistência do pedido de ressarcimento.....	123
Figura 4.17- Representação do distúrbio associado com o Caso 03 – manobra monopolar da chave fusível.....	125
Figura 4.18 - Tensão na entrada do Microcomputador – manobra de abertura de chave monopolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 03.	126
Figura 4.19 - Tensão na entrada do Telefone sem Fio – manobra de abertura de chave monopolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 03.	126
Figura 4.20 - Tensão na entrada do Aparelho de Som – manobra de abertura de chave monopolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 03.	127
Figura 4.21 - Corrente na entrada do Microcomputador – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 03.....	127
Figura 4.22 - Corrente na entrada do Telefone sem Fio – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 03.....	128
Figura 4.23 - Corrente na entrada do Aparelho de Som – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 03.....	128
Figura 4.24 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Microcomputador.	129
Figura 4.25 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Telefone sem Fio.	129

Figura 4.26 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Aparelho de Som.	130
Figura 4.27 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Microcomputador.	130
Figura 4.28 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Telefone sem Fio.	131
Figura 4.29 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Aparelho de Som.	131
Figura 4.30- Modelagem do alimentador para o Caso 04.	133
Figura 4.31 – Definição dos equipamentos contemplados na análise de consistência do pedido de resarcimento.	134
Figura 4.32- Representação do distúrbio associado com o Caso 04 – manobra monopolar da chave fusível.	135
Figura 4.33 - Tensão na entrada do Televisor – manobra de abertura de chave monopolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 04.	136
Figura 4.34 - Tensão na entrada do DVD – manobra de abertura de chave monopolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 04.	136
Figura 4.35 - Corrente na entrada do Televisor – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 04.	137
Figura 4.36 - Corrente na entrada do DVD – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 04.	137
Figura 4.37 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 04 – Televisor.	138
Figura 4.38 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 04 – DVD.	139
Figura 4.39 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 04 – Televisor.	139
Figura 4.40 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 04 – DVD.	140

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1– Quadro resumo de trabalhos realizados na área de sensibilidade e/ou suportabilidade de equipamentos	19
Tabela 2.1– Mudança no Setor Elétrico Brasileiro	32
Tabela 2.2– Classificação das Variações de Tensão de Curta Duração.....	41
Tabela 2.3 – Índices médios de Descargas Atmosféricas nas regiões do Brasil de maior incidência.....	46
Tabela 2.4 – Quadro Comparativo da Resolução Vigente e minuta da nova Resolução.....	70
Tabela 2.5 – Principais alterações entre as Resoluções 61 e 360.....	74
Tabela 4.1 - Casos analisados na amostra dos pedidos de Ressarcimento de Danos Materiais Procedentes na cidade de Cuiabá pelo APR-2.0.....	105
Tabela 4.2 - PARÂMETROS DA FONTE DE TENSÃO – CASO 01.....	108
Tabela 4.3 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR SE – CASO 01	109
Tabela 4.4 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR DT – CASO 01.....	109
Tabela 4.5 - PARÂMETROS DOS CABOS – CASO 01	109
Tabela 4.6 - PARÂMETROS DA CARGA – CASO 01	109
Tabela 4.7 - PARÂMETROS DA FONTE DE TENSÃO – CASO 02.....	116
Tabela 4.8 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR SE – CASO 02	116
Tabela 4.9 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR DT – CASO 02	116
Tabela 4.10 - PARÂMETROS DOS CABOS – CASO 02	116
Tabela 4.11 - PARÂMETROS DA CARGA – CASO 02	117
Tabela 4.12 - PARÂMETROS DA FONTE DE TENSÃO – CASO 03.....	124
Tabela 4.13 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR SE – CASO 03	124
Tabela 4.14 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR DT – CASO 03	124
Tabela 4.15 - PARÂMETROS DOS CABOS – CASO 03	124
Tabela 4.16 - PARÂMETROS DA CARGA – CASO 03	124
Tabela 4.17 - PARÂMETROS DA FONTE DE TENSÃO – CASO 04.....	134

Tabela 4.18 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR SE – CASO 04.....	134
Tabela 4.19 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR DT – CASO 04	134
Tabela 4.20 - PARÂMETROS DOS CABOS – CASO 04	135
Tabela 4.21 - Resultado da simulação dos casos.	142

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As mudanças ocorridas no setor elétrico nos últimos tempos têm ocasionado uma evolução significativa na busca de um relacionamento mais estreito entre prestadores de serviços e clientes. O fator motivador é o nível de competitividade crescente e, diante deste contexto, o fator condicionante é a sobrevivência da empresa no mercado atual.

Mesmo atuando em regime de monopólio, as empresas de distribuição de energia elétrica no Brasil estão, cada vez mais, preocupadas com a evolução destes fatores. É de vital importância, então, se dispor de ferramentas tecnológicas de última geração para responder com agilidade, qualidade e produtividade às exigências de um mercado cada vez mais seletivo. Aliado a isto em 1996, foi criada pela Lei 9.427 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) [1], vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Esta tem por atribuições: regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica, tendo dentre outros objetivos, buscar o equilíbrio entre os interesses do consumidor e da concessionária.

Em consequência de uma maior informação dos consumidores quanto aos seus direitos e a utilização maciça de dispositivos mais sensíveis à qualidade

da energia elétrica de suprimento [2] denotam, na atualidade, que a área conhecida por PID “Pedidos de Indenização por Danos” vem, cada vez mais, crescendo sua importância. Isto pode ser evidenciado, dentre outras, pela publicação da Resolução ANEEL – 414/2010, revogando após um ano da sua publicação a Resolução Normativa 061/2004, que estabelece as disposições relativas ao resarcimento de danos em equipamentos elétricos instalados em unidades consumidoras, causados por perturbações ocorridas no sistema elétrico.

Diante deste quadro, as concessionárias de energia elétrica do país estão investindo em estudos para que possam melhorar sua qualidade no fornecimento de energia elétrica conforme regulamentação [3], sob pena de multa.

Com esta visão deu-se origem a esta dissertação, a qual contempla de modo pontual, a utilização de um aplicativo computacional desenvolvido pela UFU (Universidade Federal de Uberlândia) APR– Analisador de Pedidos de Ressarcimento [4] e [5] para realizar simulações de casos reais de solicitações de resarcimentos de danos materiais. Tais situações foram extraídas de um banco de dados da concessionária local do Estado de Mato Grosso REDE/CEMAT, na região metropolitana de Cuiabá.

Os dados extraídos do banco da concessionária contemplam todas as informações necessárias para que o APR possa simular os casos representando realmente o sistema elétrico em questão.

Para que os dados levantados sejam confiáveis a concessionária local se disponibiliza de um cadastro atualizado e geo-referenciado possibilitando o desenvolvimento deste trabalho.

Portanto, com toda essa evolução nos últimos anos é que este trabalho se mostra extremamente relevante para as empresas e, de modo particular, para a CEMAT, visto que o tema aqui tratado se apresenta como uma excelente ferramenta para auxiliá-la tecnicamente em suas análises de solicitações de resarcimento de danos materiais.

1.2 ESTADO DA ARTE

Após os estudos da bibliografia atual encontrada pelos meios tradicionais de acesso, obteve-se um expressivo conjunto de informações que sintetizam distintos trabalhos de pesquisa e avanços do conhecimento no contexto específico desta dissertação. Por questões didáticas, apresenta-se, abaixo, um resumo das principais bibliografias encontradas, dividindo-as em áreas afins.

- *Conceitos Gerais associados com a Qualidade de Energia*

Na referência [6] podem-se encontrar conceitos, definições e uma extensa descrição dos distúrbios relacionados com a qualidade da energia elétrica. Complementarmente, [7] apresenta formas para categorizar problemas relativos à qualidade de energia.

- *Sensibilidade e Suportabilidade de Equipamentos*

Reconhecendo que os primeiros tópicos acima têm sido contemplados em diversas dissertações anteriores à presente, muito embora a citação das bibliografias consideradas mais expressivas, optou-se, neste trabalho, por concentrar as discussões nos assuntos diretamente afeitos à pesquisa aqui considerada.

Sintetizando, na Tabela 1 encontram-se descritos, de forma resumida, trabalhos de pesquisa realizados por diversas instituições nacionais e internacionais a respeito da sensibilidade e suportabilidade de equipamentos, quando submetidos a suprimento de energia com qualidade comprometida. São explicitados os efeitos sobre o desempenho dos mesmos e, dependendo do caso, traçadas as respectivas curvas de sensibilidade e/ou suportabilidade. Observa-se

que, grande parte dos estudos realizados avalia os desempenhos de equipamentos de tecnologia mais recente e, aplicando-se apenas um dos itens utilizados na avaliação da qualidade do suprimento de energia, no caso, afundamentos temporários de tensão. Outros estão relacionados com dois ou três indicadores de qualidade e, somente as referências [15], [18], [19], [20] e [21], consideram o desempenho do equipamento abordando praticamente todos os tipos de distúrbios da qualidade do suprimento.

Tabela 1.1– Quadro resumo de trabalhos realizados na área de sensibilidade e/ou suportabilidade de equipamentos

Instituições e/ou Autores	Equipamento	Tipo de Estudo	Resultados
EPRI [7]	Controladores de resfriamento	Afundamentos de tensão	Afundamentos de tensão acima de 20%, independentes da duração, afetam o funcionamento normal ($0.8V_n$)
	Testadores de Chips eletrônicos	Afundamentos de tensão	Afundamentos acima de 80% ficam fora de operação ($0.2V_n$)
	Acionadores CC	Afundamentos de tensão	Interferência no funcionamento a partir de 12% de afundamento ($0.88V_n$)
	CLP's antigos	Afundamentos de tensão	Por serem mais robustos suportam, por até 15 ciclos, afundamentos de 100% de tensão.
	Robôs	Afundamentos de tensão	Saem de operação a partir de 10% de afundamento ($0.9V_n$).
	Computadores pessoais	Afundamentos de tensão e interrupções	Este tipo de equipamento, devido aos cuidados tomados na fase de projeto, possui características de operação dadas por curvas de tolerância, função do valor do afundamento x o tempo de duração do mesmo.

Instituições e/ou Autores	Equipamento	Tipo de Estudo	Resultados
W. Eduard Reid (IEEE Transactions on Industry Applications) [8]	Lâmpada de descarga de alta intensidade	Afundamento de tensão	Apaga para afundamentos de tensão a partir de 10 a 15%, demorando vários minutos para re-acender (0.90 a 0.85 Vn).
	CLP's utilizados em acionadores CC e CA	Afundamentos de tensão	Operação comprometida a partir de 15% de afundamento (0.85Vn)
	Controladores de velocidade	Afundamentos de tensão	Possuem faixa de operação estreita ($\pm 10\%$), fora desta faixa começam a apresentar problemas.
W. Eduard Reid (IEEE Transactions on Industry Applications) [8]	Bobina de contactores	Afundamentos de tensão	Apresentam sensibilidade para afundamentos entre 25 a 50%, com duração de 1 a 5 ciclos (0.75 a 0.5Vn)
PQTN [9]	CLP's	Afundamentos de tensão	Suporabilidade diferente para cada equipamento testado, variando de 15 a 65% de afundamento (0.85 a 0.35Vn)
Smith, Lamoree, Vinett, Duffy e Klein [11]	Controladores de processos	Afundamentos de tensão	Sensibilidade variável para os equipamentos testados, desde muito sensíveis até totalmente imunes a afundamentos de tensão, por um determinado tempo. Depende do projeto do equipamento.
CBEMA [10]	Computadores e equipamentos eletroeletrônicos	Afundamentos de tensão	Este tipo de equipamento, devido aos cuidados tomados na fase de projeto, possui características de operação dadas por curvas de tolerância (CBEMA), função do valor do afundamento x tempo de duração do mesmo.
ITIC [12]	Computadores		Modificação das Curvas CBEMA, possuindo tolerâncias menos rígidas.
Sekine, Yamamoto, Mori, Saito e Kurokawa [13]	Computadores	Afundamentos e interrupções	Comparativamente aos estudos feitos pela EPRI, os resultados apresentam curvas com maior sensibilidade às interrupções e divergências quanto aos afundamentos.

Instituições e/ou Autores	Equipamento	Tipo de Estudo	Resultados
Anderson & Bowes [14]	Vídeo cassetes, fornos de microondas e relógios digitais.	Afundamentos e elevações de tensão, interrupções e sobre tensões transitórias	Tensões de suprimento com variação de amplitude, forma e duração, dentro dos limites impostos, demonstraram pouca influência na operação dos equipamentos testados.
Smith e Standler [15]	Relógios digitais, televisores, forno de micro ondas, fontes lineares e fontes chaveadas.	Elevações de tensão de 0,5 a 6 kV	Televisores e fontes chaveadas apresentam danos a partir de 4 kV. Fontes lineares e forno de micro ondas, não sofreram danos. Relógios digitais apresentam danos a partir de 1,5 kV.
Arseneau e Ouellette [16]	Lâmpadas fluorescentes compactas: reator eletromagnético com e sem correção de fator de potência e reator eletrônico	Distorção harmônica	Apresentam sensibilidade tanto da qualidade de imagem, como no aquecimento de componentes internos como capacitores, indutores, transformadores, etc.
Fuchs, Roesler e Kovacs [17]	Aparelhos de TV	Distorção harmônica e interharmônicos	Apresentam sensibilidade tanto da qualidade de imagem, como no aquecimento de componentes internos como capacitores, indutores, transformadores, etc.
Santos, Ana Claudia Daroz UFU [18]	Fontes lineares e fontes chaveadas	Afundamentos de tensão, elevações de tensão, interrupções e flutuações de tensão, distorção harmônica.	Ambas as fontes apresentam boa suportabilidade aos distúrbios aplicados.
Carvalho, Bismarck Castillo [19]	Aparelhos condicionadores de ar	Afundamentos de tensão, elevações de tensão, interrupções e flutuações de tensão, distorção harmônica.	Apresenta sensibilidade para afundamentos abaixo de 70% da tensão nominal

Instituições e/ou Autores	Equipamento	Tipo de Estudo	Resultados
Azevedo, Ana Cláudia. [20]	Refrigeradores domésticos	Afundamentos de tensão, elevações de tensão, interrupções e flutuações de tensão, distorção harmônica.	Apresenta sensibilidade para afundamentos abaixo de 70% da tensão nominal
Magalhães, Ricardo Nogueira. [21]	CLP's	Afundamentos de tensão, elevações de tensão, interrupções e flutuações de tensão, distorção.	Apresenta sensibilidade para afundamentos abaixo de 20% da tensão nominal
Tavares, Carlos Eduardo [22]	Televisores, Vídeo Cassetes e Aparelhos de Som	Afundamentos de tensão, elevações de tensão, interrupções e flutuações de tensão, distorção.	Apresenta sensibilidade para afundamentos abaixo de 40% da tensão nominal com duração superior a 5 ciclos;
Bacca, Ivandro [23]	Refrigeradores, Freezers, Condicionadores de Ar, Máquinas de Lavar Roupa e Lava Louças	Afundamentos de tensão, elevações de tensão, interrupções e flutuações de tensão, distorção.	Apresentam sensibilidade à interrupções de fornecimento com duração entre 10 ciclos (refrigeradores) e 1,5 segundos (lava louças)

A referência [8] consolida trabalhos realizados pelo EPRI, ITIC e CBEMA, descrevendo alguns dos resultados obtidos por estes organismos. Mais importante, contudo, é a conclusão dos pesquisadores quando colocam que, a questão da sensibilidade de equipamentos constitui-se em assunto cuja solução depende das duas partes envolvidas: concessionárias de energia elétrica e fabricantes de equipamentos. Os primeiros, através de ações que objetivem o fornecimento de energia com níveis adequados de qualidade, dentro de limites pré-estabelecidos, passando inclusive pela fiscalização e controle de cargas poluidoras e; os segundos, projetando e produzindo equipamentos com a necessária robustez, de maneira a suportar níveis de deterioração, em amplitude e duração, também dentro dos limites definidos conjuntamente com as

concessionárias. É, portanto, através da definição de padrões, mutuamente aceitos, por concessionárias e fabricantes, e estabelecendo-se limites para ambos, que os problemas serão resolvidos ou minimizados.

Dentro deste cenário, a investigação do comportamento de equipamentos elétricos sob o enfoque de redes elétricas com qualidade comprometida é uma tarefa extremamente importante, que deve resultar em estratégias de forma que, mesmo submetidos a tais condições adversas, o desempenho e a vida útil destes dispositivos sejam preservados. Se isto não ocorrer, a correlação entre tipos, intensidades de distúrbios e seus impactos sobre os equipamentos devem ser plenamente conhecidos para que os resarcimentos possam ser analisados à luz de informações técnicas e seguras.

1.3 A CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Há alguns anos, quando se abordava o tema qualidade da energia, o parâmetro utilizado era o número de desligamentos. Se a energia fosse entregue de forma que os desligamentos fossem os menores possíveis, considerava-se uma distribuição de energia de qualidade.

Com os avanços das tecnologias, tanto para equipamentos fabris, quanto aqueles para aplicações comerciais, residenciais e de entretenimento, isso tem mudado significativamente.

Hoje em dia a maioria dos equipamentos eletroeletrônicos é provida de fontes chaveadas, mesmo sendo eles alimentados diretamente na rede elétrica de corrente alternada, onde no seu interior normalmente a corrente e a tensão são convertidas em contínuas. Reconhecidamente, estes aparelhos, por utilizarem cada vez mais circuitos eletrônicos sensíveis, aliados à ocorrência de fenômenos advindos da natureza e outros, somados a ação de dispositivos de proteção e/ou manobra, tem ocasionado impactos que podem ser determinantes na operação dos mais diversos equipamentos que compõem os segmentos de consumidores

industriais, comerciais e residenciais [26], [27] e [28]. Sob a ação destes fenômenos, os aparelhos elétricos podem vir a operar de maneira inadequada ou, em casos extremos, podem até mesmo sofrerem danos físicos que exigem uma pronta manutenção ou reposição [29] e [30].

Diante desta realidade, muitas vezes, estão os consumidores e as concessionárias em permanente contenda. Os primeiros, casa vez mais cientes dos seus direitos, solicitando resarcimentos pelos prejuízos físicos e operacionais apresentados por seus equipamentos, supostamente devido aos distúrbios apresentado pela rede, e os outros, buscando a identificação da real correlação entre os distúrbios e os danos para que o processo de resarcimento seja focado à luz de critérios em que primem a coerência e a justiça [31].

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 caso este que acontece com a empresa REDE/CEMAT contemplada como empresa supridora para fins desta dissertação.

Consequentemente, a concordância ou contestação das solicitações encaminhadas 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 equipamentos reclamados.

A busca de uma solução para estas questões tem ganhado cada vez mais importância visto que, nos últimos anos, verifica-se um crescente número das solicitações de resarcimento de danos, conforme mostrado na figura 1.1, que retrata esta evolução ao longo dos anos de 2007, 2008, 2009, 2010 e 2011 [24] e [25].

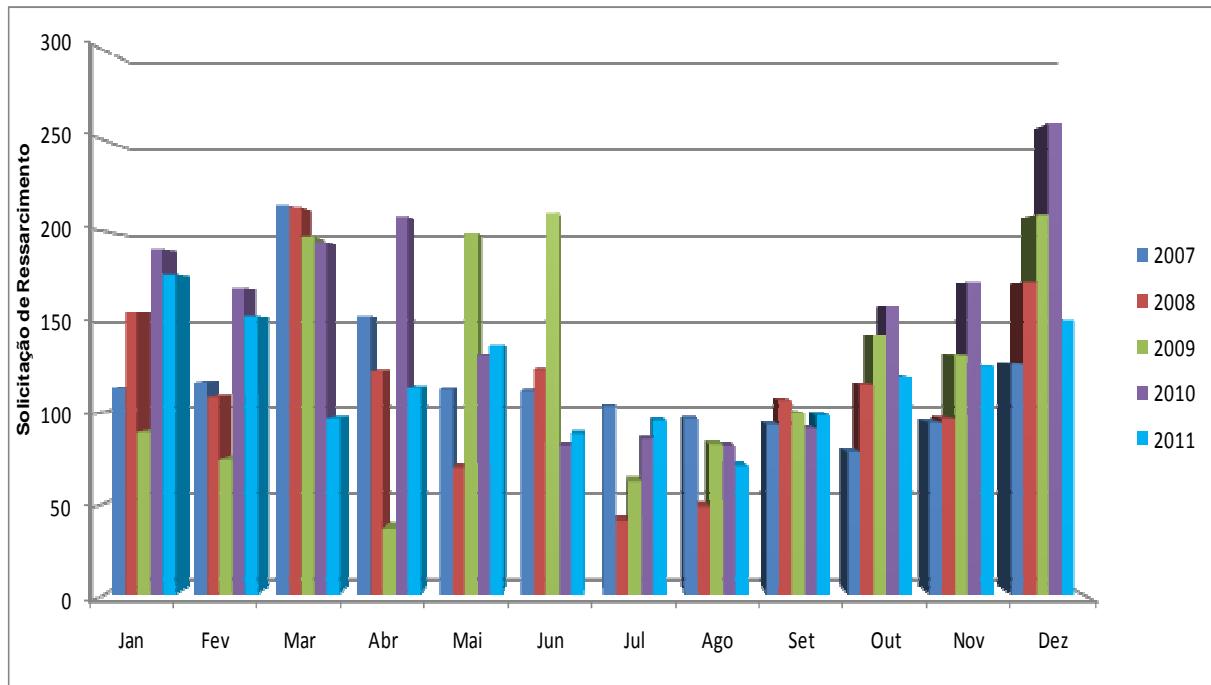


Figura 1.1 - Quantidade de Processos Deferidos.

Dentro deste cenário, o número de indeferimentos das solicitações de resarcimentos tem sido cada vez maior, conforme figura 1.2. Diante disso, em muitas situações, ocorre a discordância quanto à decisão da concessionária, levando o consumidor a recorrer aos órgãos responsáveis pela mediação de conflitos, fato este que tem gerado um desgaste no relacionamento entre as partes envolvidas [31].

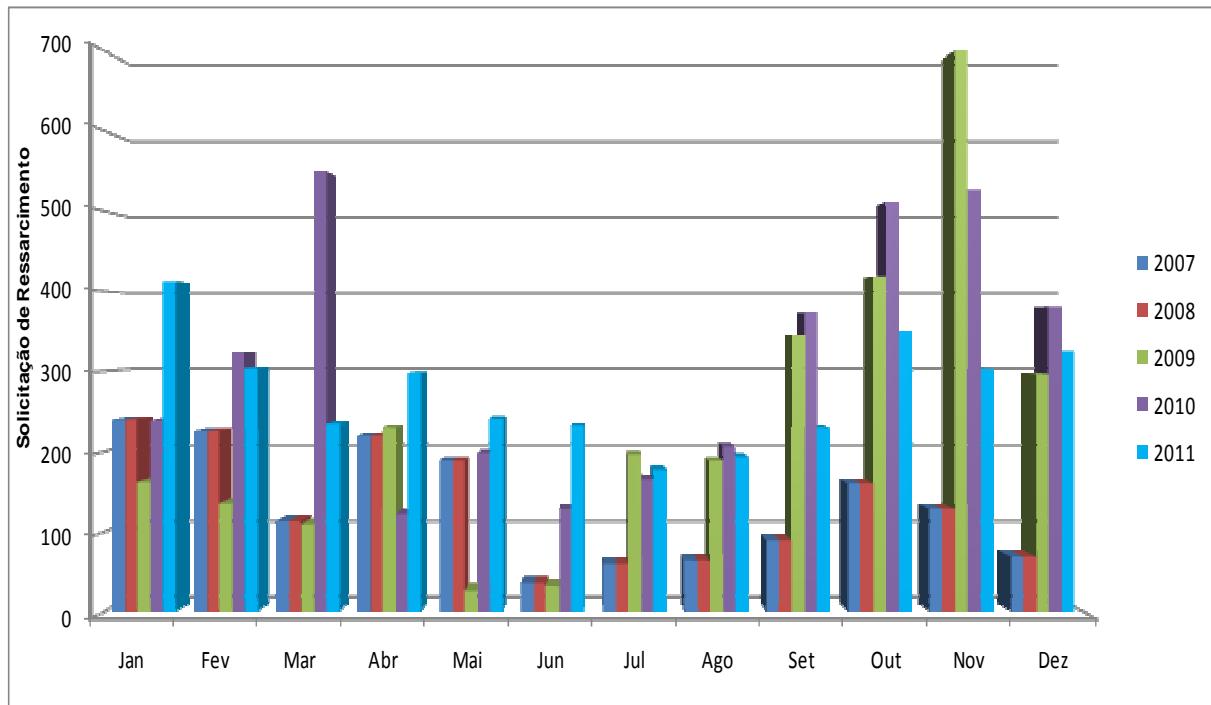


Figura 1.2 - Quantidade de Processos Indeferidos.

Neste cenário, os processamentos das solicitações de resarcimentos de danos materiais necessitam cada vez mais de técnicas e métodos que permitam que a análise de cada requerimento sempre seja orientada por critérios justos, de modo a deixar evidente a responsabilidade da concessionária reclamada, ou sua inexistência.

1.4 CONTRIBUIÇÕES DESTA DISSERTAÇÃO

Procurando somar no campo de conhecimento anteriormente caracterizado, esta dissertação vem ao encontro de contribuir nas análises das solicitações de Ressarcimento de Danos Materiais de uma concessionária de energia elétrica utilizando a metodologia computacional supra mencionada. A proposta encontra-se centrada em investigações para correlacionar os pareceres emitidos pela empresa através de seus métodos clássicos e compará-los com os indicativos oferecidos pelo software elaborado especificamente para o tema, denominado por APR – Analisador de Pedidos de Ressarcimento.

Contribuindo neste cenário é que esta dissertação apresenta os resultados de casos reais de solicitações de resarcimentos de danos materiais da concessionária do estado de Mato Grosso – CEMAT, aplicando uma metodologia computacional balizada em indicadores dos níveis de esforços dielétricos e térmicos dos equipamentos eletroeletrônicos, quando submetidos à ação de distúrbios na rede elétrica. Tais indicadores são sequencialmente confrontados com os padrões de suportabilidade dos equipamentos 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 proclamados.

Neste mesmo sentido é que existem outros trabalhos propostos como o projeto executado na USP sobre a “metodologia para suporte a analise de pedidos de indenização em queimas de aparelhos – PID’s”, onde foram realizadas simulações, em rede elétrica típica da Eletropaulo, com vistas a análises de sobretensões em consumidores de baixa tensão, devido a ocorrências no sistema de distribuição da concessionária.

Foram também propostos trabalhos neste sentido na CEB, LIGHT e outras concessionárias de distribuição do sistema elétrico brasileiro.

Segundo esta estratégia, os trabalhos aqui desenvolvidos oferecem as seguintes contribuições:

- Identificação de um conjunto de casos reais a serem empregados como ocorrências típicas das redes de distribuição de energia elétrica, em que pese detalhes associados com as topologias dos alimentadores, recursos destinados à proteção e chaveamento, tipos de ocorrências e, por fim, a caracterização dos equipamentos eletroeletrônicos focados nos PID’s;
- Realização de estudos computacionais direcionados para a avaliação de desempenho dos critérios propostos no referido aplicativo para a análise de consistência dos pedidos de ressarcimento;

- Análise crítica dos trabalhos investigativos realizados para o universo de casos reais de pedidos de resarcimento, visando, sobretudo, o estabelecimento de um processo de validação da metodologia proposta e consolidada através do APR e os pareceres e providências tomadas pela empresa supridora;
- Avaliação crítica e conclusiva sobre o desempenho do processo computacional oferecido pelo aplicativo APR.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Em consonância com o exposto, além do presente capítulo introdutório, esta dissertação é desenvolvida obedecendo a seguinte estrutura:

Capítulo II FUNDAMENTOS, REGULAMENTAÇÃO E DISTÚRBIOS TÍPICOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Nesta seção é feita uma breve revisão bibliográfica dos temas importantes para o desenvolvimento da dissertação, inserindo-se, também, uma análise comparativa da antiga Resolução Normativa 061/2004 e da revisada versão designada por Resolução 360/2009 e 414/2010. São destacados, também, os maiores impactos deste novo documento para as concessionárias as contribuições, assim como os pontos mais relevantes que foram alterados.

Capítulo III SÍNTESE DO APLICATIVO APR

Esta unidade apresenta uma síntese do aplicativo computacional utilizado para os estudos dos pedidos de ressarcimento, com destaque aos fundamentos metodológicos e as propriedades do programa desenvolvido.

Capítulo IV AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO APLICATIVO APR VIA ESTUDO DE CASOS REAIS

Este capítulo encontra-se direcionado à utilização do Aplicativo computacional APR para simulação de casos reais de pedidos de ressarcimento. Os resultados obtidos pelo programa são então comparados com as decisões tomadas pela concessionária, através de seus procedimentos convencionais, de forma a verificar se o parecer computacional ratifica os procedimentos da empresa quanto ao parecer final emitido pelo pedido de ressarcimento.

Capítulo V CONCLUSÕES GERAIS

Este capítulo destina-se a sintetizar as análises e discussões sobre os principais resultados e constatações feitas durante o desenvolvimento desta dissertação, bem como, são propostas novas diretrizes para a continuidade dos trabalhos de pesquisa no âmbito dos PID's.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS, REGULAMENTAÇÃO E DISTÚRBIOS TÍPICOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A reforma do setor elétrico brasileiro começou em 1993 com a lei nº 8.631, que extinguiu a equalização tarifária vigente e criou os contratos de suprimento entre geradores e distribuidores, e foi marcado pela promulgação da lei nº 9.074 de 1995, que criou o produtor independente de energia e o conceito de consumidor livre. Em 1996 foi implantado o projeto de reestruturação do setor elétrico brasileiro (Projeto RE-SEB), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia.

As principais conclusões dos projetos foram a necessidade de implementar a desverticalização das empresas de energia elétrica, considerados como monopólios naturais, sob regulação do Estado.

Foi também identificado a necessidade da criação de um órgão regulador (a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL), de um operador para o sistema elétrico nacional (Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS) e de

um ambiente para a realização das transações de compra e venda de energia elétrica (o Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE).

Concluído em Agosto de 1998, o projeto RE-SEB definiu o arcabouço conceitual e institucional do modelo a ser implantado no Setor Elétrico Brasileiro.

Em 2001, o setor elétrico sofreu uma grave crise de abastecimento que culminou em um plano de racionamento de energia elétrica. Esse acontecimento gerou uma série de questionamentos sobre os rumos que o setor elétrico estava trilhando. Visando adequar o modelo em implantação, foi instituído em 2002 o Comitê de Revitalização do modelo do setor elétrico, cujo trabalho resultou em um conjunto de proposta de alteração no setor elétrico brasileiro.

Durante os anos de 2003 e 2004 o governo federal lançou as bases de um novo modelo para o setor elétrico brasileiro, sustentado pelas leis nº 10.847 e 10.848, de 15 de março de 2004 e pelo decreto nº 5.103, de 30 de julho de 2004. Em termos institucionais, o novo modelo definiu a criação de uma instituição responsável pelo planejamento do setor elétrico a longo prazo (a Empresa de Pesquisa Energética – EPE), uma instituição com a função de avaliar permanentemente a segurança do suprimento de energia elétrica (o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico – CMSE) e uma instituição para dar continuidade às atividades do MAE, relativas à comercialização da energia elétrica no sistema interligado (a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE).

Em relação à comercialização de energia, foram instituídos dois ambientes para celebração de contratos de compra e venda de energia, o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), do qual participam agentes de geração e de distribuição de energia elétrica, e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), do qual participam agentes de geração, comercialização, importadores e exportadores de energia e consumidores livres [32].

Por fim, vale ressaltar que, na última década, o setor elétrico brasileiro sofreu diversas alterações até chegar ao modelo vigente. A tabela 2.1 resume as principais mudanças entre os modelos pré-existentes e o modelo atual, que acabaram por resultar em transformações nas atividades de alguns agentes do setor [32].

Tabela 2.1– Mudança no Setor Elétrico Brasileiro

Modelo Antigo (até 1995)	Modelo de Livre Mercado (1995 à 2003)	Novo Modelo (2004)
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas Verticalizadas	Empresas divididas por atividades: Geração, Transmissão, Distribuição e Comercialização	Empresas divididas por atividades: Geração, Transmissão, Distribuição, Comercialização, Importação e Exportação
Empresas Predominantemente Estatais	Abertura e Ênfase na privatização das Empresas	Convivência entre Empresas Estatais e Privadas.
Monopólios - Competição inexistente	Competição na Geração e Comercialização	Competição na Geração e Comercialização
Consumidores Cativos	Consumidores Livres e Cativos	Consumidores Livres e Cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na Geração e Comercialização	No ambiente Livre: Preços livremente negociados na Geração e Comercialização. No ambiente Regulado: leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado Regulado	Mercado Livre	Convivência entre Mercados Livre e Regulado
Planejamento Determinativo - Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento Indicativo pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do mercado	Contratação: 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% mercado (até dezembro/2004)	Contratação: 100% do mercado + reserva
Sobras/déficits do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/déficits do balanço energético liquidados na CCEE, mecanismo de compensação de Sobras e Déficits (MCSD) para as distribuidoras

Diante deste contexto, o qual possui relação direta com o tema central desta dissertação, este capítulo, além das considerações já feitas, possui por foco abordar questões como:

- Classificar os tipos de consumidores envolvidos em processos de PID's e também as responsabilidades das empresas supridoras de energia elétrica;
- Sintetizar os principais aspectos vinculados com a área da Qualidade da Energia e requisitos a serem observados sobre os fenômenos e valores de referência utilizados no Brasil;

- Apresentação de um conjunto de situações anômalas de operação das redes de distribuição e os seus efeitos e consequências, os quais, até então, servem como orientações balizadoras para as análises e emissão dos pareceres sobre os PID's.

2.2 TIPOS DE CONSUMIDORES

Segundo a Resolução 456, ANEEL [33] a concessionária classifica a unidade consumidora de acordo com a atividade nela exercida e também estabelece as seguintes classes e subclasses para efeito de aplicação de tarifas:

- I. ***Residencial*** – Fornecimento para unidade consumidora com fim residencial, ressalvados as unidades consumidoras cujo consumidor desenvolva atividade relativa à agricultura e/ou a criação, recriação ou engorda de animais, inclusive o beneficiamento ou a conservação dos produtos agrícolas oriundos da mesma propriedade rural, bem como a transformação de produtos destinados à utilização exclusivamente na unidade consumidora. Nesta categoria são ainda definidas as seguintes subclasses:
 - Residencial – fornecimento para unidade consumidora com fim residencial não contemplada para cooperativa de eletrificação rural que atenda aos requisitos estabelecidos na legislação e regulamentos aplicáveis, incluído o fornecimento para instalações de uso comum de prédio ou conjunto de edificações, com predominância de unidades consumidoras residenciais e;
 - Residencial Baixa Renda – fornecimento para unidade consumidora residencial, caracterizada como “baixa renda” de

acordo com a Resolução 246, ANEEL [34] e a Resolução 485, ANEEL [35].

- II. ***Industrial*** – Fornecimento para unidade consumidora em que seja desenvolvida atividade industrial, inclusive o transporte de matéria-prima, insumo ou produto resultante do seu processamento, caracterizado como atividade de suporte e sem fim econômico próprio, desde que realizado de forma integrada fisicamente à unidade consumidora industrial, devendo ser feita distinção entre as seguintes atividades, conforme definido no Cadastro Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

- III. ***Comercial, Serviços e Outras Atividades*** – Fornecimento para unidade consumidora em que seja exercida atividade comercial ou de prestação de serviços, ressalvado serviço público, ou outra atividade não prevista nas demais classes, inclusive o fornecimento destinado às instalações de uso comum de prédio ou conjunto de edificações com predominância de unidades consumidoras não residenciais, devendo ser consideradas as seguintes subclasses:
 - Comercial;
 - Serviços de Transporte, exclusivo de tração elétrica;
 - Serviços de Comunicações e Telecomunicações;
 - Outros Serviços e outras atividades.

- IV. ***Rural*** – Fornecimento para unidade consumidora localizada em área rural onde seja desenvolvida atividade relativa à agropecuária, inclusive o beneficiamento ou a conservação dos produtos agrícolas

oriundos da mesma propriedade, sujeita à comprovação perante a concessionária, devendo ser consideradas as seguintes subclasses:

- Agropecuária;
- Cooperativa de Eletrificação Rural;
- Indústria Rural;
- Coletividade Rural;
- Serviço Público de Irrigação Rural;
- Escola Agrotécnica;
- Residencial Rural.

V. **Poder Público** – Fornecimento para unidade consumidora onde, independentemente da atividade a ser desenvolvida, for solicitado por pessoa jurídica de direito público que assuma as responsabilidades inerentes à condição de consumidor, com exceção dos casos classificáveis como Serviços Públicos de Irrigação Rural, Escola Agrotécnica, Iluminação Pública e Serviço Público, incluindo nesta classe o fornecimento provisório, de interesse do Poder Público e também solicitado por pessoa jurídica de direito público, destinado a atender eventos e festejos realizados em áreas públicas, devendo ser consideradas as seguintes subclasses:

- Poder Público Federal;
- Poder Público Estadual ou Distrital;
- Poder Público Municipal.

VI. **Iluminação Pública** – Fornecimento para iluminação de ruas, praças, avenidas, túneis, passagem subterrâneas, jardins, vias, estradas, passarelas, abrigos de usuários de transporte coletivo e

outros logradouros de domínio público, de uso comum e livre acesso, de responsabilidade de pessoa jurídica de direito público ou por esta delegada, mediante concessão ou autorização, incluído o fornecimento destinado à iluminação de monumentos, fachadas, fontes luminosas e obras de arte de valor histórico, cultura ou ambiental, localizadas em áreas públicas e definidas por meio de legislação específica, e excluído o fornecimento de energia elétrica que tenha por objetivo qualquer forma de propaganda ou publicidade.

VII. *Serviço Público* – Fornecimento, exclusivamente, para motores, máquinas e cargas essenciais à operação de serviços públicos de água, esgoto, saneamento e tração elétrica urbana e/ou ferroviária, explorados diretamente pelo Poder Público ou mediante concessão ou autorização, devendo ser consideradas as seguintes subclasses:

- Tração Elétrica;
- Água, Esgoto e Saneamento.

VIII. *Consumo Próprio* – Fornecimento destinado ao consumo de energia elétrica da própria concessionária, devendo ser considerada as seguintes subclasses:

- Próprio;
- Canteiro de Obras;
- Interno.

2.3 ATRIBUIÇÕES DE UMA EMPRESA CONCESSIONÁRIA

Segundo Cipoli [36], uma concessionária de distribuição de energia elétrica pode ser considerada organizada e eficaz, na medida em que tenha

normas, padrões e especificações em quantidade e qualidade. Para atingir tal objetivo, a empresa deve contar, em seu Departamento de Engenharia de Distribuição, com engenheiros e técnicos capazes e habilitados, dedicados em tempo real para desempenhar as atividades de engenharia de distribuição. A colocação desta força de trabalho dentro de um organograma adequado é fundamental para o sucesso dos trabalhos.

Em consonância com a mencionada referência os objetivos técnicos principais de uma concessionária de distribuição são os seguintes:

- ✓ Assegurar o fornecimento adequado de energia aos consumidores;
- ✓ Construção, operação e manutenção do sistema elétrico com a máxima segurança e mínimo custo;
- ✓ Atendimento rápido a novos consumidores e aumentos de carga;
- ✓ Orientação aos consumidores e poderes públicos quanto à utilização de energia elétrica.

Visando atingir tais objetivos, as concessionárias se subdividem em órgãos centralizados, regionais, distritos, escritórios locais e localidades. Os órgãos centralizados estão geralmente subordinados a uma Diretoria de Distribuição e cuidam separadamente da Engenharia de Distribuição, da comercialização e das atividades administrativas. Esta estrutura, como determina a ANEEL (PRODIST) [3], deve contemplar de modo especial, os seguintes pontos focais:

- Garantir que os sistemas de distribuição operem com segurança, eficiência, qualidade e confiabilidade;
- Propiciar o acesso aos sistemas de distribuição, assegurando tratamento não discriminatório entre agentes;
- Disciplinar os procedimentos técnicos para as atividades relacionadas ao planejamento da expansão, à operação dos sistemas de distribuição, à medição e à qualidade da energia elétrica;

- Estabelecer requisitos para os intercâmbios de informações entre os agentes setoriais;
- Assegurar o fluxo de informações adequadas à ANEEL;
- Disciplinar os requisitos técnicos na interface com a Rede Básica, complementando de forma harmônica os procedimentos de rede.

2.4 INDICADORES DE QUALIDADE DA ENERGIA

As áreas normativas das concessionárias de energia elétrica estão permanentemente preocupadas em facilitar a incorporação de novos consumidores ao sistema elétrico, cuidando sempre do aspecto de segurança inerente, pois, rotineiramente, as instalações elétricas realizadas em conjunto com as instalações civis terão a mesma vida útil dos prédios, portanto, em alguns casos, superior a 50 anos.

Para fornecer energia com a qualidade requerida pelos consumidores, as concessionárias estão estruturadas através dos Centros de Operações da Distribuição e Centros de Operação do Sistema, os quais, ininterruptamente, mantém um canal de comunicação aberto com os consumidores, coordenando as providências necessárias para restabelecer o fornecimento o mais rápido possível nas condições de emergência.

Em termos de engenharia, quantificar energia é muito difícil. As empresas concessionárias de energia somente têm ação sobre a tensão. Elas não têm meios de controlar a corrente que uma determinada carga absorve. Assim, em geral, quando se mencionar a “Qualidade da energia”, os conceitos estão mais diretamente afeitos à qualidade da tensão que está sendo suprida.

De acordo com conceitos clássicos aplicáveis à área, a qualidade do fornecimento de energia elétrica aos consumidores pode ser avaliada através dos seguintes indicadores:

- ✓ Continuidade do fornecimento;
- ✓ Nível de tensão;
- ✓ Oscilações de tensão;
- ✓ Desequilíbrio da tensão;
- ✓ Distorções harmônicas da tensão.

Segundo os termos estabelecidos pelo PRODIST [3], em especial o seu módulo 8, o qual estabelece os procedimentos relativos à qualidade da energia elétrica, abordando a qualidade do produto e a qualidade do serviço prestado, nesta seção é definida como qualidade do produto os fenômenos, parâmetros e valores de referência relativos à conformidade de tensão em regime permanente e sob perturbações na forma de onda de tensão, estabelecendo mecanismos que possibilitem à ANEEL fixar padrões para os indicadores de Qualidade da Energia Elétrica - QEE. Para a qualidade dos serviços prestados, este módulo estabelece a metodologia para apuração dos indicadores de continuidade e dos tempos de atendimento a ocorrências emergenciais, definindo padrões e responsabilidade.

Outros fenômenos, associados com desvios significativos no valor eficaz da tensão em curtos intervalos de tempo, alterações dos padrões trifásicos do sistema de distribuição, deformações nas formas de onda das tensões e correntes em relação à onda senoidal da frequência fundamental e variações aleatórias repetitivas ou esporádicas do valor eficaz da tensão, também são detalhadamente considerados e, para alguns casos, o mencionado documento chega a estabelecer valores de referência como parâmetro para implantação dos indicadores das disposições transitórias.

Segundo o PRODIST [3], os aspectos considerados quanto à qualidade do Produto, em regime permanente ou transitório, são:

- ✓ Tensão em regime permanente;
- ✓ Fator de potência;

- ✓ Harmônicos;
- ✓ Desequilíbrio da tensão;
- ✓ Flutuação de tensão;
- ✓ Variação de tensão de curta duração;
- ✓ Variação de frequência.

Para a tensão em regime permanente são estabelecidos os limites adequados, precários e críticos para os níveis de tensão, os indicadores individuais e coletivos de conformidade de tensão elétrica, os critérios de medição e registro, os prazos para regularização e de compensação ao consumidor, caso as medições de tensão excedam os limites dos indicadores.

Para o fator de potência os registros dos valores relativos deverão ser feitos por instrumentos de medição adequados, preferencialmente eletrônicos, empregando o princípio da amostragem digital e aprovado pelo órgão responsável pela conformidade metrológica.

Para as distorções harmônicas, fenômenos associados com deformações nas formas de ondas das tensões e correntes em relação à onda senoidal da frequência fundamental, são estabelecidos: a terminologia, a metodologia da medição, a instrumentação e os valores de referência para as grandezas atreladas com tal distúrbio.

No que tange aos desequilíbrios de tensões, tema este associado com as alterações dos padrões trifásicos do sistema de distribuição, os tratamentos são similares àqueles dados às distorções harmônicas.

Quanto à flutuação de tensão, normalmente vinculada com fenômenos aleatórios, repetitivos ou esporádicos dos valores eficazes das tensões, o tema também é contemplado através de indicadores numéricos de desempenho visando garantir que os incômodos provocados pela cintilação luminosa junto aos consumidores não atinjam níveis inaceitáveis.

Para as variações de tensão de curta duração, ocorrências estas associadas aos desvios significativos no valor eficaz da tensão, porém, para curtos intervalos de tempo, o PRODIST as classifica de acordo com a terminologia da tabela 2.2.

Tabela 2.2– Classificação das Variações de Tensão de Curta Duração

Classificação	Denominação	Duração da Variação	Amplitude da tensão (valor eficaz) em relação à tensão de referência
Variação Momentânea de Tensão	Interrupção Momentânea de Tensão	Inferior ou igual a três segundos	Inferior a 0,1 p.u.
	Afundamento Momentâneo de Tensão	Superior ou igual a um ciclo e inferior ou igual a três segundos	Superior ou igual a 0,1 e inferior a 0,9 p.u.
	Elevação Momentânea de Tensão	Superior ou igual a um ciclo e inferior ou igual a três segundos	Superior a 1,1 p.u.
Variação Temporária de Tensão	Interrupção Temporária de Tensão	Superior a três segundos e inferior a três minutos	Inferior a 0,1 p.u.
	Afundamento Temporário de Tensão	Superior a três segundos e inferior a três minutos	Superior ou igual a 0,1 e inferior a 0,9 p.u.
	Elevação Temporária de Tensão	Superior a três segundos e inferior a três minutos	Superior a 1,1 p.u.

As variações de freqüências dos sistemas constituem-se, também, em assunto meritório e, em condições normais de operação e em regime permanente, estas devem situar-se dentro dos limites de freqüência situados entre 59,9Hz e 60,1Hz.

2.5 DISTÚRBIOS TÍPICOS E SUAS ORIGENS

Os sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica, sob situações especiais, podem se apresentar sob condições operativas designadas

por anormais. Tais manifestações são regidas por leis físicas que governam os fenômenos eletromagnéticos causadores dos distúrbios no sistema e que, embora naturais, podem ocasionar danos nos equipamentos elétricos das unidades consumidoras.

Tais ocorrências podem se apresentar na forma de: transitórios vinculados com sobretensões atmosféricas ou de manobra; variações de tensões de curta duração; elevação ou redução de tensão na rede devido a fenômenos de natureza permanente; distorções harmônicas; flutuações, etc. Estes são considerados, em maiores detalhes, nas etapas subsequentes.

2.5.1 - DISTÚRBIOS TRANSITÓRIOS

Estes são provocados quando da ocorrência de descargas atmosféricas direta ou indiretamente às redes de energia, ou ainda, por manobras promovidas no sistema, mais notadamente durante a energização ou religamentos dos circuitos de transmissão ou distribuição e/ou seus componentes específicos.

Os distúrbios em pauta são de natureza aleatória, ou seja, tanto as sobretensões geradas pelas descargas atmosféricas quanto aquelas produzidas por manobras têm a sua amplitude variável dentro de determinada gama de valores, e ainda, não obedecem às leis determinísticas. Também, as incidências não acontecem com a mesma intensidade e no mesmo instante para os diversos pontos da rede, uma vez que suas características de velocidade de propagação, sua curta duração e os parâmetros característicos de cada rede de distribuição são totalmente distintos. Portanto, os problemas em foco não atingem todas as unidades consumidoras com a mesma intensidade, fato este que determina diferentes impactos para distintos clientes. Por fim, vale observar que a efetiva comprovação da intensidade do evento só poderia ser feita com registradores especiais colocados no padrão de entrada de cada unidade, cabendo-se observar que, para tais ações, torna-se, via de regra, difícil a sua determinação via

medidas diretas visto que, os custos envolvidos, certamente, inviabilizariam a instalação destes identificadores.

Do exposto segue que a identificação de sua ocorrência deve se fundamentar tão apenas nos registros e relatórios de operação da concessionária. Se houve o fato, tem-se um primeiro indicativo que o dano reclamado pode ter sido provocado por um distúrbio do tipo aqui considerado.

2.5.2 - DISTÚRBIOS TEMPORÁRIOS

A segunda categoria de distúrbios compreende aqueles que podem conduzir a afundamentos ou elevações das tensões com durações relativamente pequenas, como anteriormente identificadas. Estas ocorrências podem ser provocadas por: partida de grandes motores, rejeição de grandes cargas, ocorrências de faltas, etc. Em consonância com conceitos estabelecidos, os fenômenos aqui enquadrados se apresentam com características tais que, suas intensidades são menores que aquelas associadas com os fenômenos transitórios, todavia, suas durações são maiores e podem, como ocorre para qualquer anomalia presente numa rede, ocasionar efeitos significativos sobre a operação e a vida útil dos alimentadores, componentes e dispositivos internos aos consumidores finais.

2.5.3 - DISTÚRBIOS SUSTENTADOS

Nesta categoria se enquadrariam os fenômenos provocados por defeitos permanentes e que seriam eliminados com a intervenção das equipes de manutenção da concessionária ou atuação de controladores especialmente instalados para tal fim. Dentre alguns eventos responsáveis por tais ocorrências poderiam ser citadas: a perda de fase do sistema, queda de condutores, queimas de elo fusíveis, etc. Algumas questões associadas com distorções harmônicas

mantidas em regime também poderiam ser classificadas dentro desta condição, assim como também os desequilíbrios das tensões.

2.5.4 - DISTÚRBIOS PERIÓDICOS

Nesta categoria estão enquadrados aqueles que acontecem de forma sistemática e diante de alguma situação operativa particular (exemplo: partidas sucessivas de motores) ou comportamento de cargas tipicamente aleatórias (exemplo: fornos elétricos). Via de regra, tais efeitos podem também estar associados com cargas não-lineares e equipamentos controlados por chaveamentos.

2.5.5 – DESCARGA ATMOSFÉRICA

Tendo em vista que a maioria dos desligamentos das redes de distribuição de energia elétrica no país é provocada por descargas atmosféricas diretas ou indiretas, e ainda, que com frequência encontra-se a afirmativa que:

“O Brasil é campeão mundial de raios, com cerca de 50 milhões de descargas elétricas por ano e responsáveis por prejuízos de aproximadamente R\$ 1 bilhão/ano, fica evidente que este fenômeno constitui-se na principal fonte dos danos ocorridos em equipamentos cujos consertos atingem custos em torno de R\$ 600 milhões” [38].

Para uma grande parte do território brasileiro, informações sobre descargas atmosféricas eram, até pouco tempo, restritas a mapas isoceráunicos, os quais eram largamente utilizados pelas empresas do setor elétrico. A Figura 2.1 é indicativa de um destes mapas, enquanto que a Tabela 2.3 mostra os índices médios de descargas atmosféricas nas regiões de maiores incidência.



Tabela 2.3 – Índices médios de Descargas Atmosféricas nas regiões do Brasil de maior incidência.

LOCALIDADES	MD	LOCALIDADES	MD
Araranguá (SC)	41	Pindamonhangaba (SP)	58
Bauru (SP)	20	Criciúma (SC)	71
Florianópolis (SC)	54	Presidente Prudente (SP)	48
Campinas (SP)	51	Ribeirão Preto (SP)	38
Campos do Jordão (SP)	58	Santa Rita (SP)	107
Franca (SP)	76	Belo Horizonte (MG)	38
Iguape (SP)	59	São Carlos (SP)	54
Blumenau (SC)	70	S. José dos Campos (SP)	24
Jaú (SP)	106	São Paulo (SP)	38
Limeira (SP)	24	Manaus (AM)	98
Joinville (SC)	76	Sorocaba (SP)	79
Xanxerê (SC)	88	Belém (PA)	110
Mogi das Cruzes (SC)	38	Curitiba (PR)	53
Tubarão (SC)	68	Campo Grande (MS)	89
Porto Alegre (RS)	20	Londrina (PR)	84
Passo Fundo (RS)	74	Dourados (MS)	67
Rio de Janeiro (RJ)	24	Cuiabá (MT)	90

Fonte: Livro Descargas Atmosféricas – Autor – Geraldo Kindermann – 2ª Edição.

Com o passar do tempo as concessionárias começaram a investir em projetos de pesquisa relacionados com os fenômenos e às descargas atmosféricas visando, sobretudo, a obtenção de informações confiáveis sobre tais fenômenos. Assim procedendo e com um maior domínio sobre o assunto torna-se viável a busca de meios para minimizar os prejuízos, obtendo-se, com isto, uma melhor qualidade de energia para seus clientes e uma otimização dos custos de projeto e operação.

As pesquisas aqui referidas, normalmente, estão relacionadas com a instalação de sensores de raios pela área de concessão da concessionária e, em conjunto com o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), são desenvolvidos trabalhos que se mostram apropriados à melhoria da identificação de aproximadamente 80% das incidências com uma boa precisão de localização do ponto de impacto da descarga no solo (inferior a 1 km).

2.6 DISTÚRBIOS TÍPICOS NAS REDES ELÉTRICAS: TIPOS E IMPACTOS

Quando da análise técnica das solicitações de ressarcimento, os estudos consideram, num primeiro momento, a existência de um nexo causal entre eventuais ocorrências na rede e os danos reclamados pelo consumidor. Neste contexto, esta seção visa apresentar, de forma resumida, fenômenos típicos passível de manifestações nas redes elétricas, os quais podem se constituir em motivadores para eventuais embasamentos entre os pedidos de ressarcimento por danos em equipamentos e as ocorrências manifestadas.

A ideia central das discussões a serem feitas fundamenta-se na identificação do problema e, subsequentemente, apresentar algumas propriedades intrínsecas ao distúrbio focado. Dentro deste grande contexto de manifestações são apresentados, na sequência, alguns dos fatores responsáveis por fenômenos típicos encontrados:

- Os religamentos de circuitos através de procedimentos manuais ou automáticos, através de equipamentos tripolares na subestação ou ao longo de alimentadores, podem gerar sobretensões transitórias de amplitudes variáveis. As intensidades dos eventos somente poderiam ser mensuradas com registradores especiais colocados

no padrão de entrada de cada unidade, estratégia esta que, devido ao seu custo, inviabilizaria a sua instalação;

- Manobras de abertura e fechamento de chaves monopolares nas redes de distribuição do sistema isolado ou interligado podem equivaler a uma falta de fase na rede primária, a qual, por sua vez, pode produzir sobretensões ou subtensões na rede de baixa tensão;
- Outra origem para os problemas estaria na falta de fase na rede primária. Para esta categoria, a situação mais crítica se refere ao caso de queima de apenas um elo fusível. Quanto da abertura de dois ou três elos na derivação ou no transformador, há, por consequência, falta de tensão nas três fases do secundário, efeito este que, via de regra, se mostra pouco provável de causar danos para equipamentos;
- No que tange a falta de fase na rede secundária, esta situação não pode ser confundida com a ocorrência de faltas de fase na rede primária, visto que suas consequências são totalmente adversas;

Diante do exposto resta, a partir destas considerações, avaliar os impactos que os defeitos nas redes podem exercer sobre os equipamentos supridos pela rede de distribuição. As descrições feitas visam contemplar aspectos como: caracterização do fenômeno, suas consequências para a rede e, ao final, uma síntese sobre a probabilidade e tipos de danos experimentados em equipamentos diversos. Naturalmente, os textos transcritos refletem a experiência operacional adquirida por profissionais atuantes na área e as observações e constatações feitas ao longo dos anos e não têm a pretensão de contemplar toda e qualquer causa dos problemas manifestados nas redes elétricas.

a) OCORRÊNCIA 01

“NEUTRO DO RAMAL DE LIGAÇÃO PARTIDO OU COM FALHA DE CONEXÃO EM UNIDADES CONSUMIDORAS MONOFÁSICAS, SEM ATERRAMENTO NO PADRÃO DE ENTRADA”

• **EFETO:**

1. Interrupção de Fornecimento.

• **CONSEQUÊNCIA:**

1. Não há probabilidade de danos para equipamentos.

b) OCORRÊNCIA 02

“NEUTRO DO RAMAL DE LIGAÇÃO PARTIDO OU COM FALHA DE CONEXÃO EM UNIDADES CONSUMIDORAS MONOFÁSICAS, COM ATERRAMENTO NO PADRÃO DE ENTRADA”

• **EFETOS:**

1. O potencial do condutor neutro fica flutuando do lado da carga, em função da falta do neutro e do valor considerável da resistência do aterramento da unidade consumidora, provocando subtensões.
2. Pode provocar sobrecorrentes em cargas do tipo potência constante, como é o caso de dispositivos de refrigeração. Motores não sofrem danos quando protegidos conforme recomendação da NBR-5410/ABNT [37], no caso de subtensões.

• **CONSEQUÊNCIAS:**

1. Possibilidade de queima por subtensão de equipamentos monofásicos de potência constante (motor tipo 1) ou de refrigeração (geladeira, freezer, ar condicionado, etc.) ligados entre fase e neutro, **exceto**

motores do tipo 2 que devem possuir proteção de subtensão conforme previsto na NBR 5410/ABNT [37].

2. Não há probabilidade de nenhum dano para equipamentos de potência variável (televisor, aparelho de som, videogame, rádio, telefone, fax, microcomputador, relógio, videocassete e aparelhos de aquecimento). Tais produtos não queimam quando submetidos à subtensão.

c) OCORRÊNCIA 03

“NEUTRO DO RAMAL DE LIGAÇÃO PARTIDO OU COM FALHA DE CONEXÃO EM UNIDADES CONSUMIDORAS BIFÁSICAS, A TRÊS FIOS, OU TRIFÁSICOS, A QUATRO FIOS”

- **EFEITOS:**

1. O potencial no condutor neutro e do ramal de ligação fica flutuando do lado da carga, provocando, assim, sobretensões entre as fases menos carregadas e o neutro e, por outro lado, uma subtensão entre a fase mais carregada e o neutro.
2. As tensões entre fases não sofrem alterações.

- **CONSEQUÊNCIAS:**

1. Possibilidade de queima por sobretensão de equipamentos monofásicos de potência variável (televisor, aparelho de som, videogame, rádio, telefone, fax, microcomputador, relógio, videocassete, aparelhos de aquecimento e de potência constante (motor tipo 1 ou 2)) ligados entre fase e neutro.
2. Possibilidade de queima por subtensão de equipamentos monofásicos de potência constante (motor tipo 1) e de refrigeração (geladeira, freezer, ar condicionado, etc.) ligados entre fase e neutro.

3. Não há probabilidade de danos para equipamentos trifásicos e/ou ligações entre fases que não sofrem influência com a descontinuidade do neutro.
4. Possibilidade de queima por subtensão de equipamentos de potência constante (motor tipo 2) ligados entre fase e neutro sem proteção de subtensão, desde que ocorra a não observância da NBR 5410/ABNT [37].

d) OCORRÊNCIA 04

“NEUTRO DA REDE DE BAIXA TENSÃO PARTIDO OU COM FALHA DE CONEXÃO, ANTES OU APÓS A DERIVAÇÃO DO RAMAL DE LIGAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA”

• EFEITOS:

1. Não há perda de neutro para a unidade consumidora ligada antes do ponto de defeito. Após o ponto de defeito, também não ocorre perda do neutro se o mesmo estiver interligado com o neutro de outros circuitos que estejam aterrados.
2. As cargas ligadas após o ponto de defeito, inclusive as dos ramais monofásicos podem ficar submetidas à sobretensões ou subtensões. O potencial do condutor neutro fica flutuando do lado da carga podendo provocar sobretensões entre as fases menos carregadas da rede e o neutro e subtensão entre a fase mais carregada e o neutro. Há possibilidade de ocorrer sobretensão ou subtensão uma vez que não se conhece a distribuição da carga nas fases no momento da ocorrência.
3. As tensões fase-fase da rede não sofrem alterações.
4. Pode haver sobrecorrente em cargas de potência constante, no caso de subtensão.

5. Pode ocorrer sobrecorrente quando da partida de cargas de potência constante, submetidas à sobretensões.

- **CONSEQUÊNCIAS:**

1. Possibilidade de queima por sobretensão, de equipamentos monofásicos de potência variável ligados entre fase e neutro, (televisor, aparelho de som, videogame, rádio, telefone, fax, microcomputador, relógio, videocassete); aparelhos de aquecimento ligados entre fase e neutro e equipamentos de potência constante ligados entre fase e neutro (motor tipo 1 e motor tipo 2.).
2. Probabilidade de queima por subtensão de equipamentos de potência constante (motor tipo 1) ligados entre fase e neutro.
3. Não há possibilidade de danos para os equipamentos trifásicos e/ou ligações entre fases que não sofrem influência com a descontinuidade do neutro.
4. Não há probabilidade de danos para as cargas ligadas antes do defeito ou após o defeito, estando o neutro interligado com outros circuitos, com a justificativa de que os equipamentos não sofreram a descontinuidade do neutro.
5. Possibilidade de queima por subtensão de equipamentos de potência constante (motor tipo 2) ligados entre fase e neutro sem proteção de subtensão. Com a justificativa da não observância da NBR 5410/ABNT [37].

e) OCORRÊNCIA 05

“NEUTRO DO TRANSFORMADOR PARTIDO OU COM FALHA DE CONEXÃO, EM CIRCUITOS DE BAIXA TENSÃO, COM OU SEM O NEUTRO INTERLIGADO OU MULTI-ATERRADO”

• **EFEITOS:**

1. As tensões fase-neutro podem atingir valores impróprios devido ao elevado valor da resistência de aterramento, se o neutro não estiver interligado.
2. As cargas ligadas no circuito, inclusive as dos ramais monofásicos podem ficar submetidas à sobretensões ou subtensões. O potencial do condutor neutro fica flutuando do lado da carga, podendo provocar sobretensões entre as fases menos carregadas da rede e o neutro e subtensão entre a fase mais carregada e o neutro. Há possibilidade de ocorrer sobretensão ou subtensão uma vez que não se conhece a distribuição da carga nas fases no momento da ocorrência.
3. Nenhuma alteração nas tensões entre fases, da rede secundária, nas duas situações apontadas.
4. Pode ocorrer sobrecorrente em cargas de potência constante, no caso de subtensão, se o neutro não estiver interligado.
5. Pode haver sobrecorrente, quando da partida de cargas de potência constante, submetidas à sobretensões, se o neutro não estiver interligado ou multi-aterrado.

• **CONSEQUÊNCIAS:**

1. Possibilidade de queima por sobretensão, de equipamentos monofásicos de potência variável ligados entre fase e neutro, (televisor, aparelho de som, videogame, rádio, telefone, fax, microcomputador, relógio, videocassete); aparelhos de aquecimento ligados entre fase e neutro e equipamentos de potência constante ligados entre fase e neutro (motor tipo 1 e motor tipo 2.).
2. Probabilidade de queima por subtensão de equipamentos de potência constante, de refrigeração (geladeira, freezer, ar condicionado, etc.).

3. Não se constatam danos para equipamentos trifásicos e/ou ligações entre fases que não sofrem influência com a descontinuidade do neutro.
4. Não há motivo para danos para as cargas, caso o neutro esteja interligado ou multi-aterrado.
5. Possibilidade de queima por subtensão de equipamentos de potência constante (motor tipo 2) ligados entre fase e neutro sem proteção de subtensão, caso não haja observância da NBR 5410/ABNT [37].

f) OCORRÊNCIA 06

“NÍVEIS DE VARIAÇÃO DE TENSÃO NA FAIXA CRÍTICA CONFORME LIMITES ESTABELECIDOS NA RESOLUÇÃO ANEEL Nº 395, AFERIDOS ATRAVÉS DE MEDIÇÃO GRÁFICA OU DA MEMÓRIA DE MASSA DOS SAGA 1000”

• EFEITO:

1. As tensões podem atingir valores prejudiciais para o funcionamento das cargas.

• CONSEQUÊNCIAS:

1. Possibilidade de queima por sobretensão, de equipamentos de potência variável (televisor, aparelho de som, videogame, rádio, telefone, fax, microcomputador, relógio, videocassete e aparelhos de aquecimento) ou de potência constante (motores tipo 1 e motores tipo 2).
2. Probabilidade de queima, se a tensão medida no ponto de entrega estiver acima do limite superior da faixa precária conforme definido na Resolução 395/ANEEL [3].

3. Possibilidade de queima, por subtensão, de motores do tipo 1 se a tensão medida no ponto de entrega estiver abaixo do limite inferior da faixa de tensão considerada precária pela Resolução 395/ANEEL [3].
4. Probabilidade de queima por subtensão, de motores do tipo 2 quando o mesmo não possuir proteção contra subtensão nos termos previstos pela NBR 5410/ABNT [37]. Os motores do tipo 1 podem não serem afetados com a observância da NBR 5410/ABNT [37].

g) OCORRÊNCIA 07

“CONDUTOR FASE DO RAMAL DE LIGAÇÃO OU DA REDE DE BAIXA TENSÃO COM MÁ CONEXÃO”

• EFEITOS:

1. Provoca subtensão, na fase afetada e que apresenta má conexão.
2. Provoca sobrecorrente em cargas trifásicas de potência constante.

• CONSEQUÊNCIAS:

1. Os motores do tipo 2 ligados à fase afetada poderão vir a queimar caso não haja observância às recomendações da NBR-5410/ABNT [37].
2. Os motores do tipo 1 (fase-fase ou fase-neutro), ligados à fase com má conexão poderão ser submetidos à subtensões e, consequentemente, serem queimados.
3. Os equipamentos eletrônicos e de aquecimento (fase-fase ou fase-neutro) ligados à fase afetada ficarão submetidos à subtensão, não sendo suscetível de queima nestas condições.

h) - OCORRÊNCIA 08

“CONDUTOR FASE DO RAMAL DE LIGAÇÃO OU DA REDE DE BAIXA TENSÃO PARTIDO”

• EFEITOS:

1. Provoca falta de fase na rede ou na unidade consumidora (UC).
2. Provoca sobrecorrente em cargas trifásicas de potência constante.
3. Provoca subtensão entre as fases.

• CONSEQUÊNCIAS:

1. Os motores do tipo 2 ligados à fase afetada poderão vir a queimar, caso não haja observância às recomendações da NBR-5410/ABNT [37].
2. Os motores do tipo 1 (fase-fase ou fase-neutro), equipamentos eletrônicos e de aquecimento ligados à fase partida ficarão sem tensão.

i) OCORRÊNCIA 09

“CURTO-CIRCUITO FASE-NEUTRO OU FASE-FASE-NEUTRO NO RAMAL DE LIGAÇÃO OU NA REDE DE BAIXA TENSÃO”

• EFEITO:

1. Até a abertura da chave fusível de proteção do transformador, o potencial do condutor neutro a jusante do ponto de defeito ou do lado da carga é elevado e permanece constante. Do lado da fonte ou a montante daquele ponto de defeito, decresce até zero no terminal do transformador. Isto irá provocar sobretensões entre a(s) fase(s) não envolvida(s) no defeito e o neutro e subtensões na fase defeituosa.

- **CONSEQUÊNCIAS:**

1. Possibilidade de queima por sobretensão de equipamentos eletrônicos, de aquecimento e de motores do Tipo 1 ou Tipo 2 ligados entre fase e neutro nas fases sãs, no lado do circuito onde ocorreu a falha.
 2. Probabilidade de queima por subtensão de motores do tipo 1 ligados entre fase e neutro na fase afetada ou entre fases que envolva a fase com defeito, no lado do circuito onde ocorreu a falha.
 3. Não se constata possibilidades de danos para equipamentos que estiverem ligados entre fases, nas fases sãs ou ainda àqueles ligados em quaisquer fases no outro lado do circuito da rede secundária.
- **OBSERVAÇÃO:** O curto-circuito na rede BT provoca sobretensões ou subtensões de curta duração. A situação mais crítica se refere aos valores de sobretensão ou subtensão sustentadas em decorrência da operação da chave fusível do transformador. A análise da ocorrência deverá considerar as duas situações.

j) OCORRÊNCIA 10

“CURTO-CIRCUITO BIFÁSICO OU TRIFÁSICO NO RAMAL DE LIGAÇÃO OU NA REDE DE BAIXA TENSÃO (CASOS DE SUB OU SOBRETENSÃO DE ACORDO COM O CURTO-CIRCUITO), SEM ENVOLVER O NEUTRO”

- **EFEITOS:**

1. Durante a ocorrência de curto-circuito bifásico e até a abertura da chave fusível, ocorre subtensões transitórias fase-fase e em duas tensões fase-neutro. Apenas uma tensão fase-neutro fica independente desta falta.

2. Durante a ocorrência do curto-circuito trifásico e até a abertura da chave fusível ocorre, para qualquer fase, uma subtensão.

- **CONSEQUÊNCIAS:**

1. Possibilidade de queima por subtensão de motores do tipo 1 ligados entre as fases afetadas e o neutro ou entre as fases que envolva a fase com defeito.
 2. Probabilidade de queima por subtensão de motores do tipo 2 ligados entre as fases afetadas caso não possua proteção de subtensão previsto na NBR 5410/ABNT [37].
- **OBSERVAÇÃO:** O curto-circuito entre fases na rede BT provoca subtensões de curta duração. A situação mais crítica se refere aos valores de sobretensão ou subtensão sustentadas em decorrência da operação da chave fusível do transformador. A análise da ocorrência deverá considerar as duas situações.

k) OCORRÊNCIA 11

“ERRO DE LIGAÇÃO, HAVENDO INVERSÃO DO CONDUTOR FASE COM O NEUTRO QUANDO DA SUBSTITUIÇÃO DO RAMAL DE LIGAÇÃO OU NOS BORNES DO TRAFO EM SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO, MELHORAMENTO OU CONSTRUÇÃO”

- **EFEITO:**

1. A inversão de uma fase e o neutro nos bornes de um transformador causará uma sobretensão nas UC's ligadas entre as outras duas fases e o neutro e uma subtensão nas UC's ligadas entre a fase invertida e as outras duas fases.

- **CONSEQUÊNCIAS:**

1. Possibilidade de danos causados em equipamentos ligados entre as fases sãs e o neutro. Queima por sobretensão, de equipamentos monofásicos ligados entre as fases e neutro, de potência variável (televisor, aparelho de som, videogame, rádio, telefone, fax, microcomputador, relógio, videocassete e aparelhos de aquecimento) e de motores do tipo 1.
2. Não se observa possibilidade de danos para os equipamentos ligados entre a fase invertida e o neutro ou entre as outras duas fases.
3. Motores trifásicos ficarão submetidos à falta de fase e serão danificados se não possuírem a proteção adequada, conforme a NBR 5410/ABNT [37].

I) OCORRÊNCIA 12

“INTERVENÇÃO NA REDE PARA MANUTENÇÃO OU CORTE PROVISÓRIO”

- **EFEITO:**

1. Falta de tensão em desligamentos programados ou devido à corte por falta de pagamento.

- **CONSEQUÊNCIAS:**

1. Não se constata a possibilidade de danos para equipamentos, se durante as manobras de desligamento e religamento, a unidade consumidora não ficou submetida à falta de fase.
2. Poderá ocorrer perda de produtos perecíveis. Se comprovado a perda de produtos perecíveis com a justificativa de NEGLIGÊNCIA ADMINISTRATIVA, se não tiver sido divulgado o aviso de desligamento programado da interrupção ou, se o período da interrupção tiver ultrapassado o horário previsto. A mesma situação

se aplica ao caso do corte efetuado por falta de pagamento se o mesmo tiver sido efetuado sem atender ao disposto na Resolução 456/ANEEL [33].

m) OCORRÊNCIA 13

“CORTE INDEVIDO”

• EFEITO:

1. Falta de energia.

• CONSEQUÊNCIA:

1. Falta de tensão sem dano para equipamentos, podendo ocorrer perda de produtos perecíveis.

n) OCORRÊNCIA 14

**“ABERTURA COM POSTERIOR FECHAMENTO TRIPOLAR
MANUAL DE DISJUNTORES EM SUBESTAÇÕES OU DE CHAVES
A ÓLEO OU CHAVES SECCIONADORAS COM COMANDO SOB
CARGA, AO LONGO DE ALIMENTADORES”**

• EFEITO:

1. Sobretensões transitórias de amplitude variável cuja intensidade do evento só poderia ser feita com registradores especiais colocados no padrão de entrada de cada unidade, fato este que, devido ao seu custo, inviabilizaria a sua instalação.

• CONSEQUÊNCIAS:

1. Nenhuma para equipamentos de aquecimento tais como chuveiros, aquecedores, fornos, etc., os quais, pela sua robustez, suportam bem as sobretensões transitórias.

2. Violação dos níveis de tensões admissíveis pelos isolamentos de motores do tipo 1 ou 2, podendo provocar a sua queima.
3. Queima de fontes de equipamentos com comutação CA/CC (Televisão, Computadores, Som etc.).

o) OCORRÊNCIA 15

“DESLIGAMENTO AUTOMÁTICO TRIPOLAR DE EQUIPAMENTOS EM SUBESTAÇÕES OU AO LONGO DE ALIMENTADORES, COM RELIGAMENTO AUTOMÁTICO – INTERRUPÇÃO TRANSITÓRIA – OCORRENCIA ACIDENTAL”

• EFEITOS:

1. Sobretensões transitórias de amplitude variável cuja intensidade do evento só poderia ser obtida via registradores especiais colocados no padrão de entrada de cada unidade, fato este que, devido ao seu custo, inviabilizaria a sua instalação.

• CONSEQUÊNCIAS:

1. Possibilidade de danos em compressores de equipamentos de refrigeração em operação, durante ocorrências como esta, visto que, os motores geralmente usam relés térmicos de proteção para sobrecorrente que, uma vez atuados, só podem ser restabelecidos manualmente. Os motores de refrigeradores e de aparelhos de ar condicionado, do tipo janela, de pequena potência, embora utilizem relés térmicos de proteção, uma vez atuados, estes se rearmam por si mesmos, desde que o elemento térmico se resfrie. Além disso, caso o gás de refrigeração esteja comprimido, o motor pode não ter torque suficiente para partir, provocando elevada corrente. Esta característica de operação do conjunto proteção/motor destes equipamentos pode vir a danificá-los se, no instante da

desenergização, com posterior religamento do circuito, não houver tempo suficiente para que o relé térmico se resfrie e o gás não se despressurize. Esta condição, com elevada corrente solicitada pelo motor, pode provocar a atuação do relé térmico, com sucessivas tentativas de religamento. Para evitar este dano, estes aparelhos precisariam ser providos de temporizadores, de forma a só permitirem o seu religamento à rede, depois de decorrido o tempo necessário para a total despressurização do gás.

2. Possibilidade de danos para o isolamento de motores do tipo 1 ou 2, provocando a sua queima.
3. Probabilidade de queima da fonte de equipamentos com comutação AC/DC (televisão, computadores, som etc.).
4. Nenhuma alteração operacional para equipamentos de aquecimento tais como chuveiros, aquecedores, fornos, etc, os quais, pela sua robustez, suportam bem as sobretensões transitórias.

p) OCORRÊNCIA 16

“DEFEITO EM EQUIPAMENTOS INSTALADOS NA REDE DA CONCESSIONÁRIA”

- **OBSERVAÇÃO:** Efeitos e consequências não previstas, dependendo de uma avaliação criteriosa, inclusive das informações fornecidas pelo cliente.

q) OCORRÊNCIA 17

“RECLAMAÇÃO DE DANOS SEM REGISTRO DE OCORRÊNCIA NO SISTEMA”

- **OBSERVAÇÃO:** Efeitos e consequências não previstas, dependendo da tensão medida no ponto, por um período mínimo de 24 horas em dias úteis, ou, de registros obtidos da memória de

massa do equipamento tipo SAGA 4000 ou similar, instalados nas UC's, e constatação se os limites considerados como críticos definidos pela Resolução 395/ANEEL [3] foram atingidos.

r) OCORRÊNCIA 18

“OCORRÊNCIA COM VARIAÇÃO SUSTENTADA DE TENSÃO NO SISTEMA DE TRANSMISSÃO”

• EFEITOS:

1. Sobretensão sustentada.
2. Subtensão sustentada.

• CONSEQUÊNCIAS:

1. Possibilidade de queima de equipamentos de potência variável (televisor, aparelho de som, videogame, rádio, telefone, fax; microcomputador, relógio, videocassete e aparelhos de aquecimento por sobretensão) caso os níveis de tensão ultrapassem os níveis de tensão definidos como críticos pela Resolução 395/ ANEEL.
2. Probabilidade de queima de equipamento de potência constante (geladeira, freezer, ar condicionado, e motor elétrico monofásico) por subtensão.

• OCORRÊNCIA 19

“FALTA OU MAU CONTATO DE UMA FASE NA REDE PRIMÁRIA, DO RAMAL OU DO TRANSFORMADOR, LIGADO EM DELTA-ESTRELA ATERRADA”

• EFEITOS:

3. Falta ou mau contato da fase A da rede primária. Nesta situação, na rede secundária, o potencial da fase “B” ficará normal e a fase ”A” e “C” ficarão flutuando. Poderá ocorrer subtensão ou sobretensão

destas fases para o neutro, dependendo dos valores das cargas ligadas entre as fases envolvidas e a fase não afetada.

4. Falta ou mau contato da fase B da rede primária. Sob esta condição, na rede secundária, o potencial da fase “C” ficará normal e a fase ”A” e ”B” ficarão flutuando. Isto poderá ocasionar sobretensão ou subtensão destas fases para o neutro, dependendo dos valores das cargas ligadas entre as fases envolvidas e a fase não afetada.
5. Falta ou mau contato da fase C da rede primária. Caso esta seja a condição anormal de funcionamento, na rede secundária, o potencial da fase ”A” ficará normal e a fase ”B” e ”C” poderão flutuar e ocasionar sobretensão ou subtensão entre esta fase e o neutro, dependendo dos valores das cargas ligadas entre as fases envolvidas e a fase não afetada.
6. Pode provocar sobrecorrente em cargas de potência constante, quando ocorrer uma subtensão e a partida de cargas de potência constante.

- **CONSEQUÊNCIAS:**

1. Pode ocasionar danos em equipamentos do tipo potência constante, ou variável, ligados entre fases.
2. Há possibilidade de danos em cargas monofásicas de potência constante ou variáveis ligadas entre fase e neutro ligados nas fases afetadas.

- **OCORRÊNCIA 20**

“CURTO-CIRCUITO DE UMA FASE DA REDE PRIMÁRIA
PARA QUALQUER CONDUTOR DA REDE SECUNDÁRIA”

- **EFEITO:**

7. Sobretensão elevada entre os condutores fases e neutro, para as carcaças dos equipamentos ligados a aterramentos não interligados ao neutro da rede de distribuição secundária.

- **CONSEQUÊNCIA:**

1. Fortes possibilidades de danos a qualquer equipamento de potência variável (televisor, aparelho de som, videogame, rádio, telefone, fax, microcomputador, relógio, vídeo cassete, etc.) e/ou de potência constante (geladeira, freezer, ar condicionado, motor, bomba elétrica, etc.) ligado à rede secundária.

- **OCORRÊNCIA 21**

“CURTO-CIRCUITO FASE-FASE NA REDE PRIMÁRIA COM ATUAÇÃO DE PROTEÇÃO TRIFÁSICA NA RETAGUARDA”

- **EFETO:**

8. Um curto-circuito, por exemplo, entre a fase “A” e “B”, durante um curto espaço de tempo que antecede a operação do equipamento de proteção, impõe uma subtensão no enrolamento primário do transformador de distribuição, refletindo-a, também, para o enrolamento secundário correspondente. Os outros dois enrolamentos primários ficam submetidos, naquele mesmo tempo, a uma única tensão, de módulo menor do que o normal, refletindo para o secundário, também em subtensão.

- **CONSEQUÊNCIAS:**

1. Não há possibilidade de danos em equipamentos de potência variável ou constante ligados na rede secundária.

• OCORRÊNCIA 22

“CURTO-CIRCUITO FASE-TERRA NA REDE PRIMÁRIA COM ATUAÇÃO DE PROTEÇÃO TRIFÁSICA NA RETAGUARDA”

• EFEITOS:

9. Os enrolamentos primários dos transformadores ficam submetidos, no máximo, a tensão fase-fase com níveis nominais.
10. Os enrolamentos primários dos transformadores ficam submetidos à subtensões, refletindo-as para os enrolamentos secundários, durante um curto espaço de tempo que antecede a operação do equipamento de proteção na retaguarda.

• CONSEQUÊNCIA:

1. Não há possibilidade de danos em equipamentos de potência constante ou variáveis ligadas à rede secundária.

• OCORRÊNCIA 23

“DESCARGAS ATMOSFÉRICAS”

• EFEITO:

11. Sobretensões transitórias de amplitude variável cuja intensidade do evento só poderia ser mensurada com registradores especiais colocados no padrão de entrada de cada unidade. Mais uma vez, os altos custos envolvidos para tais registros inviabilizariam a sua instalação.

• CONSEQUÊNCIAS:

1. Nenhuma para equipamentos de aquecimento tais como chuveiros, aquecedores, fornos, etc., os quais, devido a sua robustez, suportam as sobretensões transitórias.

2. Perfuração do isolamento dos motores elétricos tipo 1e 2.
3. Equipamentos com componentes eletrônicos, como funcionam com controles eletrônicos, em corrente contínua e têm como primeiro componente uma fonte retificadora de tensão (para a conversão de CA para CC) podem sofrer expressivos impactos advindos das descargas atmosféricas.

2.7 RESOLUÇÃO 061/2004/ANEEL E SUAS REVISÕES

Como já referido anteriormente, a Resolução Normativa nº 61, de 29 de Abril de 2004 [39], estabelece as disposições relativas ao ressarcimento de danos elétricos em equipamentos elétricos instalados em unidades consumidoras, causados por perturbações ocorridas nos sistemas elétricos. Esta resolução não se aplica ao ressarcimento de danos para equipamentos pertencentes a consumidores atendidos em tensão superior a 2,3 kV.

Este documento estabelece a obrigatoriedade de haver reposição do equipamento elétrico danificado, instalado em unidade consumidora, na mesma condição de funcionamento anterior à ocorrência constatada no sistema elétrico ou, alternativamente, indenização em valor monetário equivalente ao que seria necessário para fazê-lo retornar à referida condição, ou, ainda, substituição por equipamento equivalente.

Das condições para a solicitação de ressarcimento segue que o consumidor tem o prazo de 90 (noventa) dias corridos, a contar da data provável da ocorrência do dano elétrico no equipamento.

Dos procedimentos para o processamento do pedido de ressarcimento, a concessionária deve comprovar a existência ou não do nexo de causalidade. Na comprovação do nexo de causalidade devem ser considerados os eventos prováveis causadores do dano, entre outros, descargas atmosféricas e

sobretensões oriundas da energização de circuitos, os quais não eximem a concessionária da responsabilidade do ressarcimento. O consumidor pode optar entre inspeção in loco do equipamento danificado ou disponibilizá-lo para inspeção mais detalhada pela concessionária ou empresa por ela autorizada. Caso opte por inspeção in loco, o consumidor deve permitir o acesso ao equipamento e às instalações da unidade consumidora sempre que solicitado, sendo negativo, motivo para a concessionária indeferir o ressarcimento. A concessionária deve informar ao consumidor, por escrito, no prazo máximo de 15 (quinze) dias quando não houver pendências de responsabilidade do consumidor, contados a partir da data da verificação ou, na falta desta, a partir da data da solicitação, sobre o deferimento, ou não, do pedido de ressarcimento. No caso de deferimento, a concessionária pode efetuar o ressarcimento por meio de pagamento em moeda corrente ou, ainda, propor o conserto ou a substituição do equipamento danificado. No caso do ressarcimento, na modalidade de pagamento em moeda corrente, este deve ser feito no prazo máximo de 45 (quarenta e cinco) dias, a contar da data da solicitação, ficando ao consumidor a opção entre depósito em conta-corrente, cheque nominal ou crédito na próxima fatura. No caso de indeferimento, a concessionária, obrigatoriamente, deve apresentar, por escrito, as razões detalhadas da negativa, informando ao consumidor sobre o direito de formular reclamação à Agência Estadual Conveniada com a ANEEL ou, na ausência desta, à própria Agência Nacional de Energia Elétrica.

Dos limites das responsabilidades, a concessionária responde independentemente da existência de culpa, pelos danos elétricos causados a equipamentos elétricos de consumidores. A concessionária só poderá eximir-se do ressarcimento quando comprovado a inexistência do nexo causal, quando o consumidor providenciar, por sua conta e risco, a reparação do(s) equipamento(s) sem aguardar o término do prazo para a inspeção, salvo nos

casos em que houver prévia autorização da concessionária ou quando comprovar que o dano foi ocasionado pelo uso incorreto do equipamento ou por defeitos gerados a partir das instalações internas da unidade consumidora.

Com o passar dos anos a insatisfação decorrente da negativa à indenização pelas concessionárias resulta no desgaste da relação entre estas e seus clientes, levando o consumidor insatisfeito a recorrer cada vez mais às entidades responsáveis pela defesa dos direitos do consumidor e ao poder judiciário. À luz desta realidade reconhece-se, na atualidade, um crescente número de processos, os quais, dentre outros efeitos, vem avolumando e preocupando os órgãos reguladores, mesmo após a publicação do ato normativo destinado a disciplinar o assunto, qual seja, a Resolução Normativa ANEEL nº 61/2004. Recentemente a ANEEL aprovou a Resolução Normativa 414, de 24 de Setembro de 2010 onde estabelece condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada apresentando no Capítulo XVI informações relacionadas sobre o resarcimento de danos elétricos.

A tabela 2.4 sintetiza os principais termos contidos na Resolução nº 61 e os contidos na Resolução 360 e que está integralmente inserida na Resolução 414:

Tabela 2.4 – Quadro Comparativo da Resolução Vigente e minuta da nova Resolução.

RESSARCIMENTO DE DANOS ELÉTRICOS	
RESOLUÇÃO 061 / 2004	MINUTA DA NOVA RESOLUÇÃO
Art. 3º As disposições desta Resolução se aplicam, exclusivamente, para os casos de dano elétrico causado a equipamentos elétricos alimentados na mesma tensão de atendimento contratada no ponto de entrega ou de conexão de energia elétrica, aplicando-se ao ressarcimento o disposto no inciso VIII do artigo anterior.	“Art. 3º As disposições desta Resolução se aplicam, exclusivamente, para os casos de dano elétrico causado a equipamentos elétricos de tensão nominal compatível com a tensão de atendimento contratada no ponto de entrega ou de conexão de energia elétrica.
§ 1º Esta Resolução não se aplica ao ressarcimento de dano elétrico em equipamentos pertencentes a consumidores atendidos em tensão superior a 2,3 kV.	§ 3º A obrigação do ressarcimento se restringe somente a danos elétricos informados na abertura da solicitação, podendo a concessionária indeferir pedidos de ressarcimento de danos a aparelhos eletro-eletrônicos não constantes do pedido inicial.
§ 2º A ANEEL e as agências conveniadas devem analisar as reclamações considerando, exclusivamente, o dano elétrico do equipamento, não lhes competindo acatar pedido de ressarcimento por danos morais, lucros cessantes ou outros danos emergentes.	
Art. 4º O consumidor tem o prazo de 90 (noventa) dias corridos, a contar da data provável da ocorrência do dano elétrico no equipamento, para solicitar o ressarcimento à concessionária, devendo fornecer, no mínimo, os seguintes elementos:	Art. 4º O consumidor tem o prazo de até 90 (noventa) dias corridos, a contar da data provável da ocorrência do dano elétrico no equipamento, para solicitar o ressarcimento à concessionária devendo fornecer, no mínimo, os seguintes elementos:
Parágrafo único. Caso a fatura não esteja em nome do solicitante, o mesmo deve comprovar a forma de ocupação da unidade consumidora.	Parágrafo único. REVOGADO
Art. 5º No processamento do pedido de ressarcimento, a concessionária deve comprovar a existência ou não do nexo de causalidade.	Art. 5º No processamento do pedido de ressarcimento, a concessionária deve comprovar a existência ou não do nexo de causalidade, considerando os registros de ocorrências na sua rede e o nível de tensão na unidade consumidora do reclamante
Parágrafo único. Na comprovação do nexo de causalidade devem ser considerados os eventos prováveis causadores do dano, entre outros, descargas atmosféricas e sobretensões oriundas da energização de circuitos, os quais não eximem a concessionária da responsabilidade do ressarcimento.	Parágrafo único. REVOGADO

RESSARCIMENTO DE DANOS ELÉTRICOS	
RESOLUÇÃO 061 / 2004	MINUTA DA NOVA RESOLUÇÃO
Art. 6º O consumidor pode optar entre inspeção in loco do equipamento danificado ou disponibilizá-lo para inspeção mais detalhada pela concessionária ou empresa por ela autorizada, devendo a concessionária observar os seguintes procedimentos e prazos:	Art. 6º O consumidor pode optar entre inspeção in loco do equipamento danificado ou disponibilizá-lo para inspeção mais detalhada pela concessionária ou empresa por ela autorizada, devendo a concessionária observar os seguintes procedimentos e prazos:
I - informar ao consumidor a data para a inspeção ou disponibilização do equipamento; e II - inspecionar e vistoriar o equipamento no prazo de até 20 (vinte) dias úteis, contados a partir da data do pedido de ressarcimento.	II - inspecionar e vistoriar o equipamento no prazo de até 10 (dez) dias corridos, contado a partir da data do pedido de ressarcimento. § 1º Caso opte por inspeção in loco, o consumidor deve permitir o acesso ao equipamento e às instalações da unidade consumidora sempre que solicitado, sendo sua negativa motivo para a concessionária indeferir o ressarcimento.
Parágrafo único. Caso opte por inspeção in loco, o consumidor deve permitir o acesso ao equipamento e às instalações da unidade consumidora sempre que solicitado, sendo a negativa motivo para a concessionária indeferir o ressarcimento.	§ 2º Quando o equipamento supostamente danificado for utilizado para o acondicionamento de alimentos perecíveis, o consumidor poderá realizar o conserto antes da vistoria, devendo disponibilizar as peças danificadas do equipamento e o laudo do conserto à concessionária quando solicitado, assim como permitir o acesso às instalações internas da unidade consumidora.
Art. 7º A concessionária deve informar ao consumidor, por escrito, no prazo máximo de 60 (sessenta) dias, contados a partir da data de protocolo da solicitação, sobre o deferimento, ou não, do pedido de ressarcimento.	Art. 7º A concessionária deve informar ao consumidor, por escrito, no prazo máximo de 15 (quinze) dias, contado a partir da data da vistoria ou, na falta desta, a partir da data do pedido de ressarcimento, sobre o deferimento, ou não, do pedido de ressarcimento.
	§ 1º O prazo a que se refere este artigo ficará suspenso enquanto houver pendência do consumidor, desde que tal pendência tenha sido informada por escrito.
	§ 2º Ocorrendo o disposto no § 2º do art. 6º, o prazo estabelecido no caput será contado a partir da data de disponibilização das peças danificadas e/ou do laudo.

RESSARCIMENTO DE DANOS ELÉTRICOS	
RESOLUÇÃO 061 / 2004	MINUTA DA NOVA RESOLUÇÃO
Art. 8º No caso de deferimento, a concessionária pode efetuar o ressarcimento por meio de pagamento em moeda corrente ou, ainda, propor o conserto ou a substituição do equipamento danificado.	Art. 8º No caso de deferimento, a concessionária poderá efetuar o ressarcimento por meio de pagamento em moeda corrente ao titular da unidade consumidora ou, ainda, propor o conserto ou a substituição do equipamento danificado.
Parágrafo único. No caso do ressarcimento, na modalidade de pagamento em moeda corrente, este deve ser feito no prazo máximo de 90 (noventa) dias, a contar da data da solicitação, ficando ao consumidor a opção entre depósito em conta-corrente, cheque nominal ou crédito na próxima fatura.	§ 1º Sendo feito o ressarcimento na modalidade de pagamento em moeda corrente, este deverá ser disponibilizado em até 20 (vinte) dias após o vencimento do prazo estabelecido no art. 7º, restando ao consumidor optar entre depósito em conta-corrente, cheque nominal ou crédito na próxima fatura.
	§ 2º Somente poderão ser abatidos do valor do ressarcimento os débitos do consumidor a favor da concessionária que já tenham sido objeto de decisão final administrativa ou judicial, não cabendo quaisquer outras formas de abatimento do ressarcimento, inclusive a contabilização da depreciação do bem danificado.
	§ 3º O ressarcimento a ser pago em moeda corrente deverá ser atualizado pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), ou outro indicador que o venha a substituir, considerando variação acumulada pro rata die da taxa no período compreendido entre o segundo dia anterior ao vencimento do prazo referido no § 1º deste artigo e o segundo dia anterior à data da disponibilização do ressarcimento.
	§ 4º No caso de conserto ou substituição do equipamento danificado, poderá ser exigido pela concessionária os respectivos laudos e orçamentos.
Art. 9º No caso de indeferimento, a concessionária, obrigatoriamente, deve apresentar, por escrito, as razões detalhadas da negativa, informando ao consumidor sobre o direito de formular reclamação à Agência Estadual Conveniada com a ANEEL ou, na ausência desta, à própria Agência Nacional de Energia Elétrica.	Art. 9º No caso de indeferimento, a concessionária deve apresentar ao consumidor, por escrito e de forma detalhada, as respectivas razões do indeferimento, informando-o, inclusive, sobre o direito de formular reclamação à sua Ouvidoria, à Agência Estadual Conveniada com a ANEEL ou, na ausência desta, à própria ANEEL.

RESSARCIMENTO DE DANOS ELÉTRICOS	
RESOLUÇÃO 061 / 2004	MINUTA DA NOVA RESOLUÇÃO
Art. 10º. A concessionária responde, independentemente da existência de culpa, pelos danos elétricos causados a equipamentos elétricos de consumidores, nos termos do caput do art. 3º desta Resolução.	Art. 10º. A concessionária responde, independentemente da existência de culpa, pelos danos elétricos causados a equipamentos elétricos de consumidores, nos termos do caput do art. 3º desta Resolução.
Parágrafo único. A concessionária só poderá eximir-se do ressarcimento nos seguintes casos:	Parágrafo único. A concessionária só poderá eximir-se do ressarcimento quando:
I - quando comprovar a inexistência de nexo causal, nos termos do art. 5º;	I – comprovar inexistência de nexo causal, nos termos do art. 5º desta Resolução, devendo, neste caso, cientificar o consumidor do direito de verificar, nos postos de atendimento, os relatórios de interrupções do fornecimento e de ocorrências na rede que tenham afetado sua unidade consumidora para o período compreendido entre o terceiro dia anterior e o terceiro dia posterior à ocorrência do suposto dano;
II - quando o consumidor providenciar, por sua conta e risco, a reparação do(s) equipamento(s) sem aguardar o término do prazo para a inspeção, salvo nos casos em que houver prévia autorização da concessionária; ou	II – o consumidor providenciar, por sua conta e risco, a reparação do(s) equipamento(s) sem aguardar o término do prazo para a inspeção, salvo nos casos em que houver prévia autorização da concessionária ou nos casos referidos no § 2º do art. 6º;
III – quando comprovar que o dano foi ocasionado pelo uso incorreto do equipamento ou por defeitos gerados a partir das instalações internas da unidade consumidora.	III – comprovar que as instalações internas da unidade consumidora estão em desacordo com recomendações e normas vigentes, e que esta inobservância específica causou o dano reclamado;
	IV – o prazo ficar suspenso por mais de 60 (sessenta) dias consecutivos devido a pendências injustificadas do consumidor, nos termos do § 1º do art. 7º;
	V – comprovar, nos termos das normas vigentes, a ocorrência de qualquer procedimento irregular que deu causa ao dano reclamado ou a auto-religação da unidade consumidora; ou
	VI – comprovar que o dano reclamado foi ocasionado por interrupções associadas à situação de emergência ou de calamidade pública decretada por órgão competente, desde que comprovadas por meio documental ao consumidor”.

Complementarmente, a tabela 2.5 fornece as principais alterações inseridas entre a Resolução 61/2004, a Resolução 360/2009 e a Resolução 414/2010.

Tabela 2.5 – Principais alterações entre as Resoluções 61 e 360.

PRINCIPAIS ALTERAÇÕES	OBSERVAÇÕES
III.1) Redução dos prazos para vistoria, resposta e pagamento da indenização	O consumidor terá o ressarcimento disponibilizado em Até 45 (quarenta e cinco) dias , ao invés dos 90 (noventa) atualmente estabelecidos. 10 dias (inspeção e vistoria) + 15 dias (análise e deferimento) + 20 dias(pagamento)
III.2) Suspensão da contagem do tempo e do indeferimento da solicitação por pendências do consumidor	É apropriado que a contagem de tempo para efeito dos prazos seja suspensa quando comprovada pendência do consumidor, e, quando esta pendência perdurar por 60(sessenta) dias, seria considerado que o consumidor desistiu da solicitação, provocando seu automático indeferimento.
III.3) Dispensa de vistoria para equipamentos utilizados para o acondicionamento de alimentos perecíveis	Dada a urgência, é justo que o consumidor possa consertar o equipamento sem prévia autorização da distribuidora, devendo disponibilizar as peças danificadas quando solicitado.
III.4) Limitar a obrigação de ressarcimento somente aos danos declarados na abertura da solicitação	Limita a obrigação de ressarcimento somente aos danos declarados na abertura da solicitação. Indeferir resarcimentos a aparelhos não constantes do pedido inicial
III.5) Busca pelo nexo de causalidade	Descargas atmosféricas ou sobretensões oriundas de energização estabelecem o nexo de causalidade, pois é irrelevante o que tenha causado a perturbação, sendo importante apenas se a mesma ocorreu e se há registros de ocorrências na rede.
	Direito de verificar, nos postos de atendimento, os relatórios de interrupções do fornecimento e de ocorrências na rede que tenham afetado sua unidade consumidora para o período compreendido entre o terceiro dia anterior e o terceiro dia posterior à ocorrência do suposto dano.
III.6) Proibição de se contabilizar a depreciação do bem no pagamento da indenização	Devendo a distribuidora optar somente por consertar o equipamento danificado ou substituí-lo por um equivalente, ou melhor.
III.7) Compensação de débitos pendentes	Lei prevê que, tendo os débitos transitado em julgado, poder-se-á abater tais dívidas do valor do ressarcimento, não cabendo outros abatimentos inclusive depreciação do bem danificado.

PRINCIPAIS ALTERAÇÕES	OBSERVAÇÕES
III.8) Atualização monetária do ressarcimento	Ressarcimento a ser pago em moeda deverá ser atualizado pelo IPCA ou outro índice que o substitua, considerando variação acumulada "pro rata die" da taxa no período entre o 2º dia anterior ao vencimento do prazo e o 2º dia anterior a data da disponibilização do ressarcimento.
III.9) Disponibilização de um relatório de falhas ao consumidor	A distribuidora disponibiliza o relatório de falhas para o período próximo à suposta perturbação causadora do dano, o consumidor, por conta própria, verificaria se houve ou não a ocorrência, delatando qualquer incoerência.
III.10) Indeferimento por procedimento irregular	A praticar uma fraude, o consumidor estará mal utilizando a energia e consequentemente isentando a distribuidora por quaisquer danos causados a si mesmo
III.11) Do indeferimento em casos de situação de emergência ou de calamidade pública	Exclusão de responsabilidade da concessionária em caso de danos causados por perturbações associadas à situação de emergência ou de calamidade pública.

Por fim vale ratificar que, em 14 de abril de 2009, a ANEEL aprovou a nova resolução normativa nº360 publicada no diário oficial do dia 17 de abril de 2009 [40], a qual altera a Resolução Normativa nº 61, como esclarecido nas tabelas anteriores. Com a aprovação da Resolução 414, em 24 de Setembro de 2010 após um ano da sua publicação fica revogada a Resolução Normativa nº 061.

2.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De um modo geral, o presente capítulo, de cunho mais informativo, sintetizou o resultado de uma extensa revisão bibliográfica sobre os temas diretamente afeitos a presente pesquisa. Neste particular, visando consubstanciar o leitor com aspectos mais amplos sobre a área, foram contemplados assuntos como: legislação aplicável, tipos e características dos consumidores alimentados pelas redes de distribuição, discussões sobre os indicadores de qualidade da energia elétrica, fenômenos responsáveis por anomalias operativas dos

complexos elétricos, análise da correlação causa e efeitos para distúrbios típicos, etc.

Iniciando, foi apresentada uma visão panorâmica sobre aspectos vinculados com a regulamentação do setor elétrico nacional, quando foram ressaltados os pontos mais relevantes e indicadores da evolução deste seguimento da matriz energética desde 1995. Neste ano, como se sabe, foi implantado o modelo do setor que determina a estratégia organizacional obedecida até os dias de hoje, o qual se acredita, tenha produzido um modelo transparente para as questões vinculadas com a geração, transmissão e distribuição da energia elétrica na nação brasileira.

Os desenvolvimentos prosseguiram na direção de propiciar uma análise de questões diretamente afeitas ao cerne desta dissertação. De modo pontual destaca-se a classificação dos tipos de consumidores envolvidos em processos de PID's, os principais aspectos vinculados com a área da qualidade da energia elétrica e, por fim, a descrição de um conjunto de situações operativas anômalas das redes de distribuição e seus conseqüentes efeitos e impactos sobre os fenômenos manifestados até o ponto de conexão do consumidor final. Tais discussões primaram, acima de tudo, pelo estabelecimento e esclarecimentos das almejadas correlações entre os distúrbios e respectivos esforços dielétricos (tensões) e térmicos (correntes), os quais, essencialmente, constituem em dados vitais para orientar e balizar os processos de análise e emissão de processos sobre os PID's.

Somada às questões técnicas supra mencionadas, foram também tecidos comentários acerca da Resolução 061/2004, a qual estabelece as disposições relativas ao resarcimento de danos elétricos em equipamentos eletroeletrônicos presentes nas unidades consumidoras, quando da ocorrência de danos nestes dispositivos e, supostamente, atribuídos a perturbações ocorridas nos sistemas elétricos. Complementarmente, a questão normativa, em 2009, após consulta

pública realizada no âmbito do país, junto ao público alvo que envolveu: concessionárias do setor elétrico, consumidores e órgão públicos do setor, a resolução anterior foi objeto de alterações em alguns de seus artigos e incisos, fato este que motivou uma maior agilidade no processo. Assim procedente, o resultado se materializou na forma de um maior amparo ao consumidor e, desta medida, originou uma nova Resolução Normativa nº 360 que veio a ser revogado com o surgimento da Resolução Normativa nº 414, atualmente em vigor.

CAPÍTULO III

SÍNTESE DO APLICATIVO APR

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Sendo a proposta deste trabalho a análise de casos reais de pedidos de resarcimentos, torna-se indispensável apresentar os fundamentos nos quais estão alicerçadas as bases do Aplicativo APR. Para tanto, questões como: modelagem dos equipamentos, base computacional utilizada, dentre outros aspectos, devem ser sintetizados e discutidos para uma clara visão do programa utilizado para as investigações conduzidas nesta dissertação.

Do exposto, o presente capítulo é iniciado através dos princípios que nortearam o desenvolvimento dos modelos computacionais representativos para os dispositivos que constituem as cargas e um sistema de distribuição de energia elétrica, visto que, a confiabilidade dos resultados finais obtidos, que conduzirão a um parecer conclusivo sobre a consistência dos pedidos de indenização, está fortemente ligada à qualidade da representação dos circuitos elétricos destes equipamentos.

No que tange a plataforma computacional utilizada para a elaboração da ferramenta computacional em foco, esta corresponde ao ATP (Alternative Transients Program). Não obstante a reconhecida qualidade em trabalhar com

sistemas de potência é oportuno destacar que o ATP, na sua versão original, não disponibiliza, em sua biblioteca, modelos de equipamentos eletroeletrônicos e de alguns distúrbios de qualidade da energia. Este fato foi motivador para vários trabalhos que antecederam a este, como ressaltado no capítulo introdutório desta dissertação.

Uma vez disponibilizado o aplicativo supra referido, materializado na forma de uma estrutura computacional com recursos para a modelagem das redes, dos equipamentos, dos fenômenos anômalos, dos procedimentos de propagação e correlação entre os distúrbios e os limites de suportabilidade dielétricas e térmicas dos mais distintos produtos encontrados nas instalações elétricas, este capítulo, sintetizando as principais potencialidades do Aplicativo APR, encontra-se direcionado de forma a contemplar os seguintes pontos focais:

- Discussões sobre a modelagem dos produtos típicos que perfazem uma instalação consumidora, rede de distribuição e distúrbios frequentemente encontrados nestas instalações;
- Fundamentos sobre os procedimentos utilizados para correlacionar os fenômenos manifestados em termos de esforços impactantes sobre os produtos sob análise e seus respectivos níveis de suportabilidade;
- Estrutura geral do Aplicativo APR, em que pese seus recursos e forma de utilização.

3.2 MODELOS COMPUTACIONAIS DOS EQUIPAMENTOS

Em consonância com a estrutura atualmente disponibilizada pelo APR, conta-se com 33 (trinta e três) produtos modelados através de técnicas de representação no domínio do tempo, os quais foram devidamente validados e inseridos no software. Os circuitos equivalentes destes dispositivos

compreenderam, de um modo geral, equipamentos fundamentados em tecnologias que utilizam: fontes chaveadas, fontes lineares, acionamentos motores (força eletromotriz) e outras. Para se atingir aos propósitos aqui almejados foram obtidas as necessárias informações de 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. Em [41], [42] e [43], são apresentados detalhes sobre os modelos obtidos, os processos de validação e outros aspectos próprios ao assunto.

3.3 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 adicionais para as aplicações aqui desejadas. Neste sentido, os componentes de rede utilizados para a inserção de um determinado complexo de suprimento, desde a subestação de alta ou média tensão, até o ponto de conexão do consumidor correspondem, em parte, àqueles previamente disponibilizados na biblioteca da base computacional empregada, e outros, que foram exaustivamente trabalhados visando uma expansão das possibilidades da plataforma computacional escolhida. Assim procedendo tornou-se factível a representação dos mais distintos sistemas de distribuição, em que pese o reconhecimento de suas particularidades e inserção de modelos compatíveis com as mais distintas topologias encontradas no setor elétrico nacional.

3.4 MODELOS DOS DISTÚRBIOS TÍPICOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Como o ATP, na sua forma original, não dispõe em sua biblioteca todos os recursos necessários para uma pronta representação dos fenômenos aos quais estariam atrelados os pedidos de resarcimento, tornou-se imperativo a elaboração de programas específicos que representassem ocorrências conforme descrito no capítulo anterior ao presente, atividades estas realizadas através de trabalhos de pesquisas que antecederam a presente dissertação. 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 (Transient Analysis of Control Systems) e, posteriormente, implementados na base computacional através de cartões específicos.

A Figura 3.1 apresenta os componentes resultantes deste processo, os quais foram implementados na biblioteca do ATPDraw.

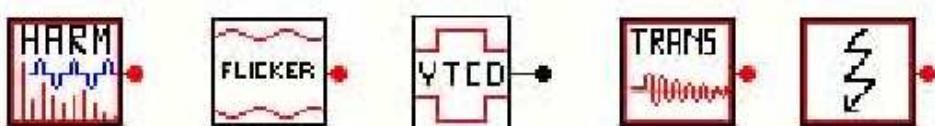


Figura 3.1 – Modelos dos distúrbios elétricos desenvolvidos no ATP.

Do exposto segue que, 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 e transitórios diversos ocasionados por manobras e descargas atmosféricas. Estes podem ser aplicados a qualquer ponto da rede e

o programa se incumbe de propagá-los até o ponto de localização do equipamento sob análise.

3.5 CÁLCULOS DAS SOLICITAÇÕES DIELÉTRICAS E TÉRMICAS

A fundamentação física da metodologia para correlacionar os fenômenos anômalos manifestados nas redes em termos de esforços dielétricos e térmicos, constitui-se no princípio que norteia o processo de análise objeto desta linha de pesquisa. Os cálculos associados com as tensões almejam expressar as exigências solicitadas dos produtos analisados quanto às questões dielétricas, enquanto que, as correntes determinam os níveis de solicitações térmicas ocorridas.

Sabe-se que a solicitação dielétrica imposta a um material isolante é diretamente dependente dos valores atingidos e da duração de um distúrbio qualquer na tensão de suprimento. Neste sentido, o procedimento adotado consiste em discretizar o período de duração do fenômeno ocorrido e calcular, para cada instante, um indicador que represente o efeito cumulativo da tensão. Em consonância com esta meta, pode-se obter esta grandeza através de (1), a qual possui, intrinsecamente, um significativo 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, findo o qual seria obtido um único valor equivalente a todo o efeito manifestado durante este ciclo. 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 de tempo 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.

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

Na expressão anterior:

V_k - representa o valor da solicitação dielétrica para um instante de tempo qualquer;

V_i - corresponde ao valor instantâneo da tensão para um instante de tempo qualquer;

n - número de amostras.

De forma similar, adota-se como grandeza representativa das solicitações térmicas o valor eficaz da corrente, que pode ser obtido por (2).

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

Sendo:

I_k - valor da solicitação térmica para um instante de tempo qualquer;

I_i - valor instantâneo da corrente para um instante de tempo qualquer;

n – número de amostras.

As expressões (1) e (2) permitem a conversão das tensões e correntes manifestadas na entrada do equipamento em curvas de solicitações dielétricas e térmicas. Estas, uma vez comparadas com os seus respectivos níveis de

suportabilidade, oferecem as diretrizes para um parecer técnico sobre a consistência da possibilidade de danos em equipamentos conectados ao sistema elétrico supridor em que ocorreu um determinado fenômeno.

3.6 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, outra direção que poderia ser trilhada orienta para a 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 embrionárias 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 reconhecidas tais 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 - Computer & Business Equipment Manufacturers Association, que estabelece uma região limítrofe dos níveis mínimos e máximos de tolerância física e operacional para os produtos [44]. Contudo, sendo originalmente elaborada para equipamentos da área de tecnologia da informação, fica clara a necessidade de novos limites suportáveis para outros equipamentos eletroeletrônicos. Outras experiências, traduzidas em forma de curvas de

suportabilidade alternativas podem também ser encontradas na literatura. Estas, identificadas posteriormente, foram também inseridas e oferecem meios para correlacionar os esforços manifestados e os limites admissíveis.

Considerando-se pois que o APR permite a entrada de dados das curvas de suportabilidade de cada equipamento, para análise comparativa das solicitações dielétricas obtidas pela expressão (1) e os padrões de tolerância aceitáveis pelos produtos, adicionalmente à referência ITIC, o presente trabalho recorreu às outras formas para a modelagem dos limites admissíveis para as tensões nos terminais dos produtos. Diante disto, na sua estrutura final, o APR conta com as seguintes possibilidades para a caracterização dos padrões de suportabilidade dos produtos:

- Curva ITIC [44];
- Curva de susceptibilidade de aparelhos televisores apresentada em [45];
- Curvas oferecidas por [46];
- Informações adicionais oferecidas por [47], [48] e [49].

Quanto aos níveis de suportabilidade térmica, a inexistência de maiores informações sobre a matéria levou ao emprego de dados do fabricante (*datasheet*) vinculados com os dispositivos semicondutores que constituem as pontes retificadoras da maioria dos equipamentos eletrônicos. Esta unidade se mostra a mais sensível dentre os componentes. Outra estratégia poderia se embasar nas curvas de operação dos fusíveis, todavia, tendo por foco os danos físicos mais significativos, optou-se, neste momento, pelo emprego das tolerâncias definidas pelos diodos semicondutores.

A partir das informações advindas das referências mencionadas, 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). Esta formulação permite a utilização de limites já definidos, como anteriormente mencionado, ou então, a inserção de uma nova curva.

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

Na expressão anterior, a grandeza $Y(t)$ denota o 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, desde que sejam conhecidos os limites dielétricos ou térmicos advindos de outras fontes.

3.7 ESTRUTURA DO APPLICATIVO APR

A estrutura do aplicativo APR encontra-se sintetizada através do diagrama de blocos e ações indicados na Figura 3.2, os quais estão, fundamentalmente, relacionados com os módulos de configuração do sistema. A figura mostra, resumidamente, as funções a serem desempenhadas pelo APR.

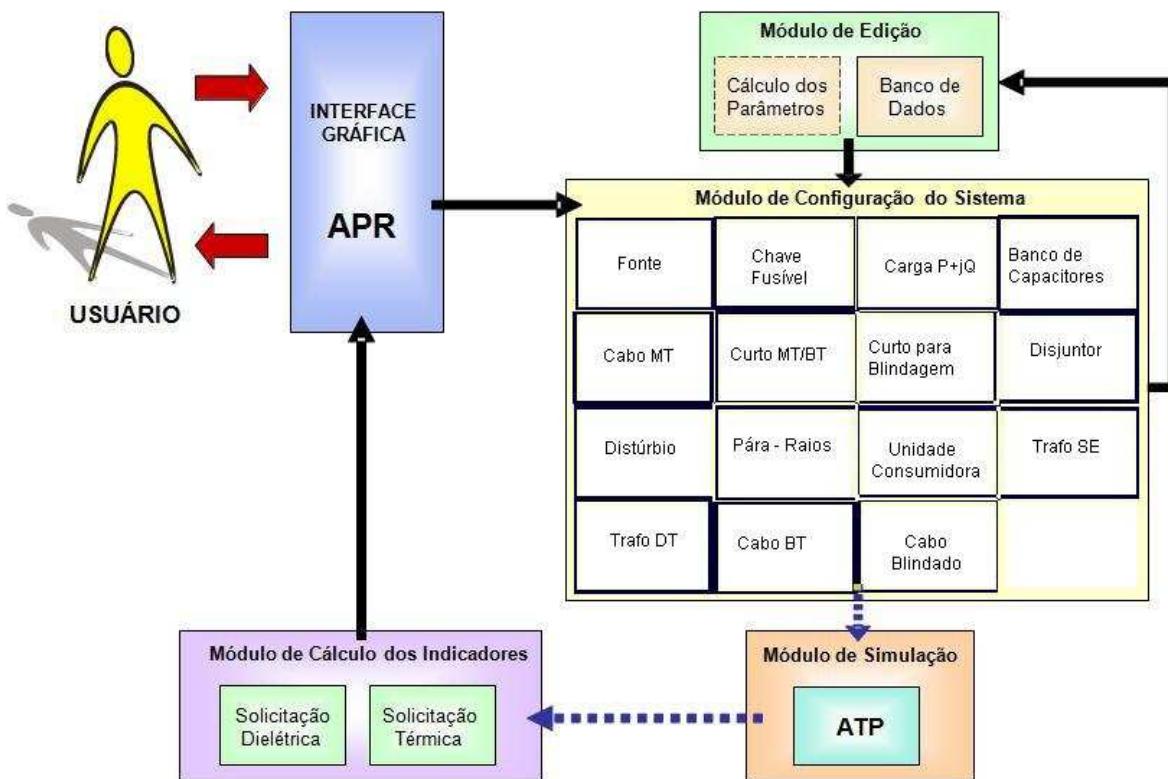


Figura 3.2 – Estrutura do aplicativo APR

Na figura anterior as setas contínuas representam ações diretas do operador através da interface gráfica. As tracejadas indicam processos de comunicação interna entre os *softwares* APR e ATP, independentes de ações interventoras do usuário.

A interface gráfica do APR foi desenvolvida em Borland Delphi, sendo composta por uma área de desenho para a representação do diagrama unifilar do sistema de energia. Nela, todos os comandos e campos são dispostos de forma direta e prática onde o usuário visualiza facilmente os instrumentos ou opções de trabalho. A Figura 3.3 apresenta esta área de desenho.

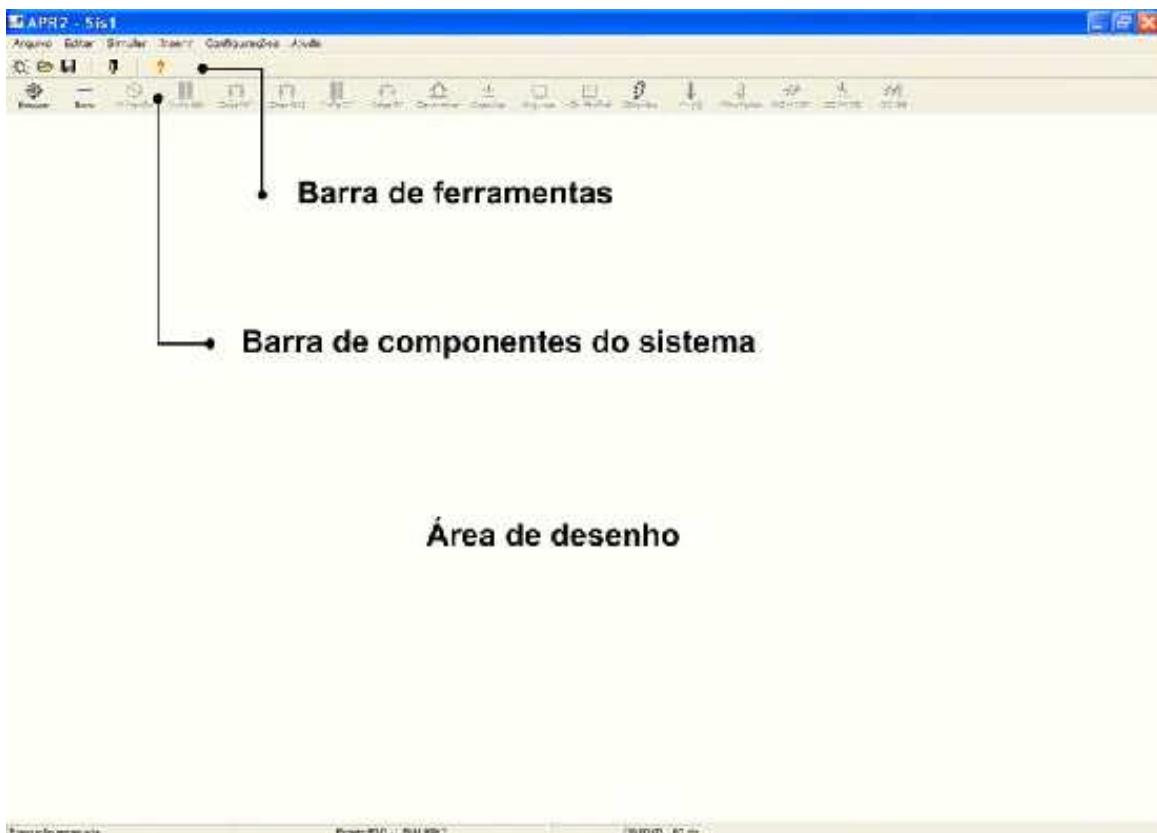


Figura 3.3 – Interface gráfica do APR

Os detalhes dos blocos constituintes do diagrama apresentado na Figura 3.2, que estão diretamente relacionados com os assuntos vinculados com esta dissertação, são descritos na sequência. Os demais blocos não mencionados no presente capítulo encontram-se esclarecidos na referência [4].

3.7.1 - Módulos Para Configuração e Edição do Alimentador Elétrico Até o Consumidor Final

Estes dois módulos, que estão diretamente interligados, são voltados para a representação das características peculiares ao sistema elétrico sob análise. No módulo de configuração são disponibilizados componentes como: fonte de tensão, transformadores, banco de capacitores, dispositivos de manobra e proteção (disjuntor, chave-fusível e pára-raios), cargas equivalentes, cabos

condutores de energia, distúrbios (descarga atmosférica, variados tipos de curtos-circuitos, entre outros), e o consumidor. O módulo de edição permite a caracterização dos principais parâmetros dos dispositivos constituintes do sistema elétrico definidos no módulo de configuração, bem como dos eventuais fenômenos envolvidos nos pedidos de resarcimento.

Com o intuito de mostrar o programa, são apresentadas, a seguir, as janelas de edição dos parâmetros elétricos, com as características de cada um dos componentes. O exemplo ilustra uma das situações investigadas neste trabalho.

(a) *Transformadores*

Os transformadores estão divididos em dois tipos, a saber: de subestação e de distribuição, os quais são identificados por Trafo SE e Trafo DT, respectivamente. Os parâmetros dos transformadores podem ser preenchidos ou escolhidos em um banco de dados. O programa utiliza para o sistema de aterramento dos transformadores um modelo que admite o usuário escolher configurações distintas de conexão a terra. Uma das possibilidades emprega uma impedância do neutro do transformador até a malha de terra ou a impedância da malha de terra onde se encontra instalado o transformador. Outra, permite utilizar a conexão à terra quando da presença de pára-raios conectados no mesmo barramento.

As Figuras 3.4 e 3.5 apresentam, respectivamente, as janelas de edição de dados para o transformador da subestação e de distribuição.

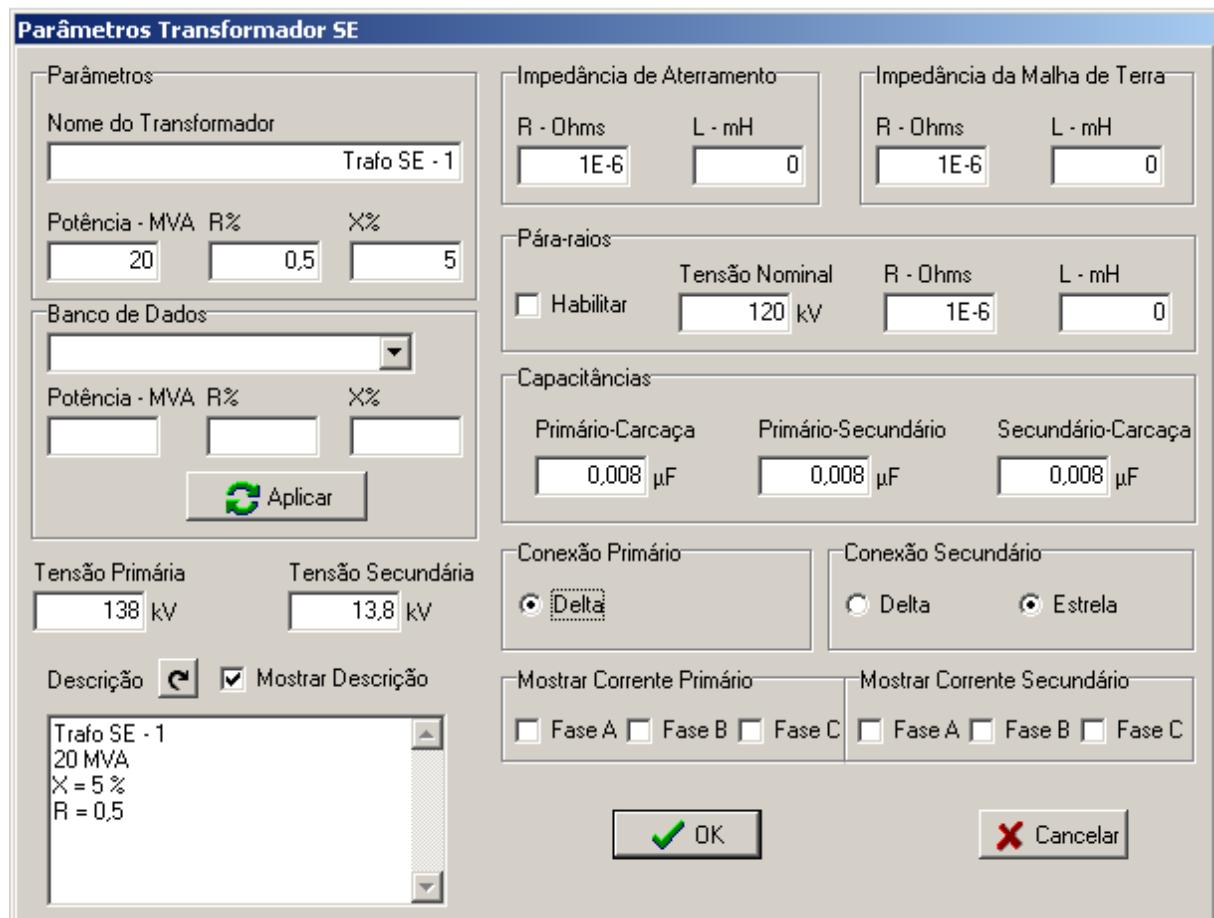


Figura 3.4 – Parâmetros de entrada de um transformador da subestação

Parâmetros Transformador DT

Parâmetros	Impedância de Aterramento	Impedância da Malha de Terra
Nome do Transformador <input type="text" value="Trafo DT - 1"/>	R - Ohms <input type="text" value="1E-6"/>	L - mH <input type="text" value="0"/>
Potência - kVA R% X% <input type="text" value="100"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="3,5"/>		
Banco de Dados <input type="button" value="▼"/>	Pára-raios	
Potência - kVA R% X% <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Habilitar	Tensão Nominal <input type="text" value="12 kV"/>
<input type="button" value="Aplicar"/>	R - Ohms <input type="text" value="1E-6"/>	L - mH <input type="text" value="0"/>
Capacitâncias		
Tensão Primária <input type="text" value="13,8"/> kV	Primário-Carcaça <input type="text" value="0,002 μF"/>	Primário-Secundário <input type="text" value="0,002 μF"/>
Tensão Secundária <input type="text" value="0,22"/> kV	Secundário-Carcaça <input type="text" value="4 μF"/>	
Mostrar Corrente Primário <input type="checkbox"/> Fase A <input type="checkbox"/> Fase B <input type="checkbox"/> Fase C		Mostrar Corrente Secundário <input type="checkbox"/> Fase A <input type="checkbox"/> Fase B <input type="checkbox"/> Fase C
Descrição <input type="button" value="C"/> <input checked="" type="checkbox"/> Mostrar Descrição	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	
<input type="text" value="Trafo DT - 1
100 kVA
X = 3,5 %
R = 1"/>		

Figura 3.5 – Parâmetros de entrada de um transformador de distribuição

As resistências de aterramento que aparecem em ambas às janelas correspondem àquelas empregadas para os aterramentos dos neutros. Ainda com respeito às figuras anteriores, percebe-se a disponibilização de pára-raios no primário do transformador.

(b) Cabos

De forma semelhante aos transformadores, os cabos, configurados em formato π , estão divididos em três tipos: cabos de média tensão, blindados e de baixa tensão. No APR estes são identificados por: Cabo MT, Cabo Bld e Cabo BT. No programa, o cabo de baixa tensão dispõe de uma configuração a três condutores fase e um condutor neutro. Adicionalmente, o usuário pode ainda adotar parâmetros diferentes entre os cabos de fase e o neutro.

As informações necessárias aos modelos de cabos de baixa tensão são: resistências, reatâncias indutivas e capacitâncias próprias e mútuas. Tais parâmetros podem ser obtidos através dos valores de seqüência positiva e zero

ou por meio de um banco de dados, que inclui cabos típicos encontrados nas redes de distribuição.

As Figuras 3.6 e 3.7 mostram as janelas de edição de dados para os cabos de baixa tensão e blindados, respectivamente.

Parâmetros do Cabo BT

Nome do Cabo	Comprimento - km				
Cabo BT - 1	10				
Cabo Fase					
R _p - Ohms/km	R _m - Ohms/km	XL _p - Ohms/km	XL _m - Ohms/km	C _p - μ F/km	C _m - μ F/km
1,747133333	0,191733333	0,869933333	0,488833333	0	0
Cabo Neutro					
R _p - Ohms/km	R _m - Ohms/km	XL _p - Ohms/km	XL _m - Ohms/km	C _p - μ F/km	C _m - μ F/km
1,747133333	0,191733333	0,869933333	0,488833333	0	0
Mostrar Corrente Entrada			Descrição		
<input type="checkbox"/> Fase A	<input type="checkbox"/> Fase B	<input type="checkbox"/> Fase C	<input type="checkbox"/> Neutro	Res. Aterramento Ohms	
			10000000		Cabo BT - 1 10 km
Mostrar Corrente Saída			<input checked="" type="checkbox"/> Mostrar Descrição		
<input type="checkbox"/> Fase A	<input type="checkbox"/> Fase B	<input type="checkbox"/> Fase C	<input type="checkbox"/> Neutro		
Banco de Dados					
Rede Aerea - 0,6/1kV - Cabo de Aluminio - PVC - 33mm ²					
Modeo PI					
R _p - Ohms/km	R _m - Ohms/km	XL _p - Ohms/km	XL _m - Ohms/km	C _p - μ F/km	C _m - μ F/km
1,219633333	0,194233333	0,775300000	0,433400000	0	0
 Aplicar Cond. Fase			 Aplicar Cond. Neutro		
 OK			 Cancelar		

Figura 3.6 – Parâmetros de entrada de um cabo de baixa tensão

Parâmetros do Cabo MT Blindado

Nome do Cabo	Comprimento - km				
<input type="text" value="Cabo Blindado - 1"/>	<input type="text" value="1"/>				
Modelo PI					
R _p - Ohms/km	R _m - Ohms/km	XL _p - Ohms/km	XL _m - Ohms/km	C _p BI - μ F/km	R.Blind. - Ohms/km
<input type="text" value="0,766"/>	<input type="text" value="0,3309"/>	<input type="text" value="0,7511"/>	<input type="text" value="0,6019"/>	<input type="text" value="0,2792"/>	<input type="text" value="1,80197"/>
Mostrar Corrente Entrada		Descrição		Mostrar Descrição	
<input type="checkbox"/> Fase A <input type="checkbox"/> Fase B <input type="checkbox"/> Fase C		<input type="button" value="C"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Mostrar Descrição	
Mostrar Corrente Saída		<input type="text" value="Cabo Blindado - 1
1 km"/>		Resistência de Aterramento	
<input type="checkbox"/> Fase A <input type="checkbox"/> Fase B <input type="checkbox"/> Fase C				<input 6"="" type="text" value="1E-6 <math>\Omega</math></td> </tr> <tr> <td colspan="/> Banco de Dados	
<input type="text" value="Rede Subterranea - 12/20kV - Cabo de Aluminio - EPR - 240mm<sup>2</sup>"/>					
R _p - Ohms/km	R _m - Ohms/km	XL _p - Ohms/km	XL _m - Ohms/km	C _p BI - μ F/km	R.Blind. - Ohms/km
<input type="text" value="0,5472333333"/>	<input type="text" value="0,3823333333"/>	<input type="text" value="0,4270666667"/>	<input type="text" value="0,2954666667"/>	<input type="text" value="0,3783000000"/>	<input type="text" value="1,801970000"/>
<input type="button" value="Aplicar"/>					
<input type="button" value="OK"/>			<input type="button" value="Cancelar"/>		

Figura 3.7 – Parâmetros de entrada de um cabo blindado

(c) Para-raios

Os para-raios, além da aplicação conjunta com os transformadores, podem também ser inseridos em qualquer barramento do sistema a partir de um componente específico disponível no APR.

A Figura 3.8 ilustra a janela de edição de dados para este componente.



Figura 3.8 – Parâmetros de entrada de pára-raios

(d) Unidade Consumidora

O APR possibilita que o usuário possa representar uma ou mais unidades consumidoras reclamantes, cada qual com seus respectivos equipamentos envolvidos nos pedidos de ressarcimento sob análise.

✓ Equipamentos

Os equipamentos possíveis de investigação nas análises de pedidos de ressarcimento devem ser selecionados através do componente “Consumidor”. Conforme mostrado na Figura 3.9, a seleção a ser feita compreende um ou mais dos 33 produtos passíveis de estudos. A escolha dos mesmos é realizada através de um clique sobre o campo de seleção do equipamento desejado e a forma de conexão à rede elétrica (fase-fase, fase-neutro, etc.) pode ser definida pelo recurso que se encontra ao lado de cada aparelho.

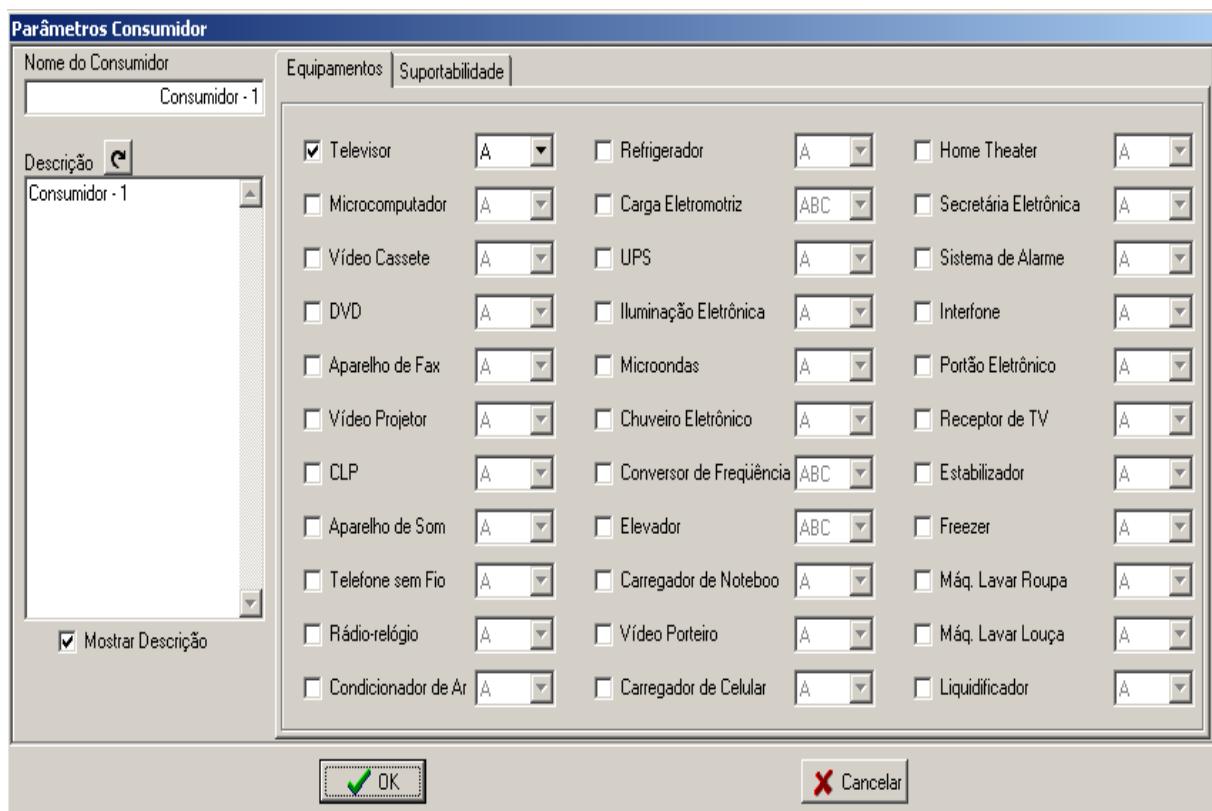


Figura 3.9 – Escolha de equipamentos sob investigação

3.7.2 - Fontes de Distúrbios

O aplicativo em pauta permite uma grande gama de distúrbios, possivelmente responsáveis pelo nexo causal reclamado. Não obstante a diversificação de possibilidades, em vista da natureza da presente dissertação, a qual se encontra direcionada a estudos investigativos de um grande número de casos reais ocorridos na CEMAT, isto orientou para uma seleção de alguns fenômenos mais diretamente correlacionados com os estudos a serem feitos. Diante disto foram então definidos os fenômenos mais comuns e representativos das ocorrências registradas nas redes de distribuição da mencionada concessionária, e ainda, circunscritos na cidade de Cuiabá – MT.

Dentro deste contexto, muito embora as situações a seguir identificadas representem uma pequena amostra das potencialidades do programa, as fontes

de distúrbios atreladas com os PID's escolhidos para os estudos investigativos possuem como origem: Religamentos Tripolares e Manobras Monopolares.

Para uma melhor caracterização dos fenômenos modelados, estes são considerados na sequência.

(a) *Religamento Tripolar*

O Religamento Tripolar refere-se às ações de desligamento e religamento tripolar de um disjuntor. Também, sabe-se que o local de instalação deste dispositivo encontra-se, via de regra, na subestação responsável pelo suprimento elétrico do alimentador que, por fim, supre o ponto de conexão do consumidor reclamante.

Para o *Religamento Tripolar* podem ser considerados diferentes tempos de abertura e fechamento dos contatos, no momento em que as fases A, B e C estejam ou não no pico da tensão. Visando uma generalização dos resultados, os tempos de abertura e fechamento foram alterados de forma aleatória durante as simulações e, a partir dos desempenhos obtidos, foi adotada a situação responsável pela maior solicitação dielétrica ou térmica no equipamento.

A configuração e a parametrização de um disjuntor para os fins da simulação computacional aqui requerida serão, por razões óbvias, específicas para cada caso analisado.

A Figura 3.10 mostra a inserção deste dispositivo no sistema elétrico sob avaliação no APR e ainda, evidencia a configuração de um religamento tripolar.

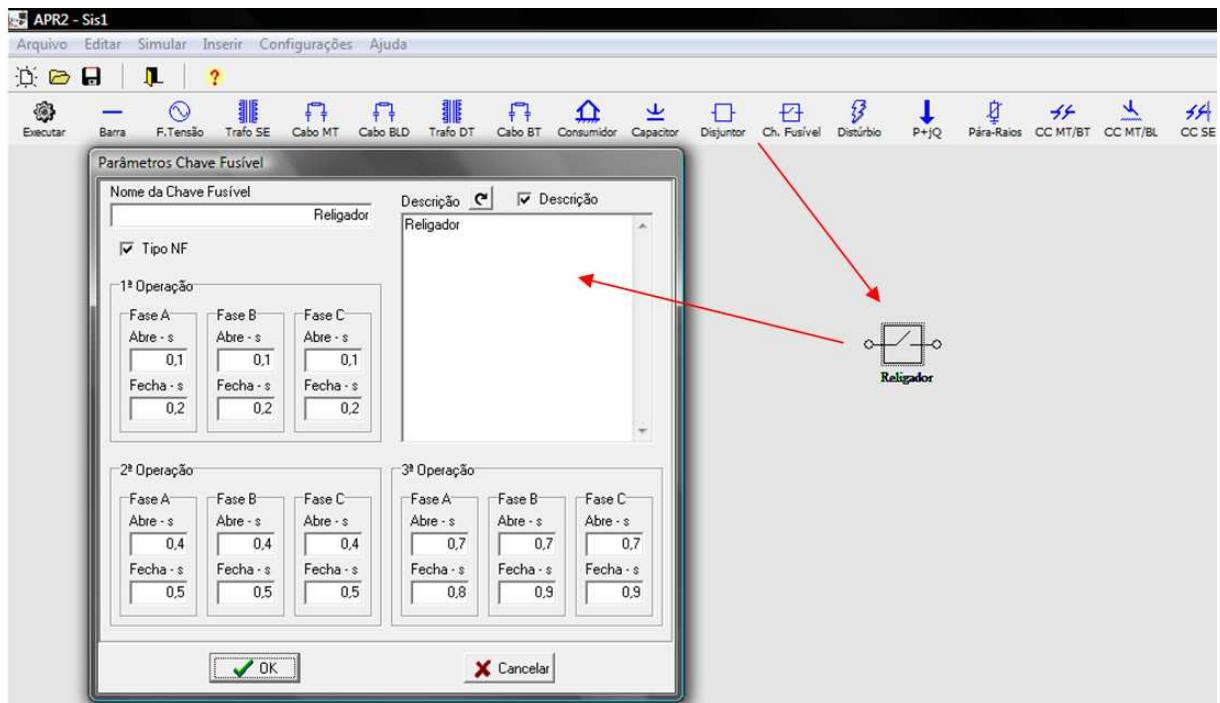


Figura 3.10 – Parâmetros do Religamento Tripolar.

O preenchimento dos parâmetros deste componente se dá da seguinte maneira:

- **Tipo NF:** se esta opção for selecionada, o religador é do tipo normalmente fechado, se não, o mesmo é normalmente aberto;
- **1ª Operação:** determina o primeiro tempo de abertura e fechamento do religador. O valor do tempo é em segundo (s), se o religador for normalmente fechado (NF) e, nestas circunstâncias, sua operação consiste em abrir e depois fechar. Em caso contrário, isto é, se o mesmo foi normalmente aberto, a operação age no sentido de fechar e depois abrir. Naturalmente, para este último, o tempo de fechar deverá ser inferior ao de abrir;
- **2ª Operação:** esta propriedade confere ao dispositivo o seu segundo tempo de abertura e fechamento. Como anteriormente, o

valor do tempo é em segundo (s), e as ações supras mencionadas se repetem;

- **3^a Operação:** uma terceira possibilidade para as ações anteriormente descritas é viabilizada pelo presente recurso, o qual consiste, simplesmente, em repetir as caracterizações dos tempos de abertura e fechamento já descritos;
- **Descrição:** este campo é utilizado para descrever os dados do componente, sejam estes visualizados ou não na tela.

(b) Manobra Monopolar

A Manobra Monopolar, como o próprio nome estabelece, tem por meta simular a abertura e fechamento de apenas uma das fases através de uma chave faca ou fusível de um transformador de distribuição. Quanto ao local de inserção e outras informações para caracterização e parametrização desta manobra, bem como, a avaliação dos respectivos efeitos sobre a rede e consumidor, a estratégia utilizada é similar a já mencionada para o religador.

Devido ao desconhecimento da fase para a qual teria ocorrido a manobra, foi utilizada uma estratégia fundamentada em simulações para as fases A, B e C, assim como também foram empregados diferentes tempos de abertura e fechamento. Dos vários desempenhos obtidos optou-se pela inserção e discussões, para fins deste trabalho, as situações mais drásticas quanto aos impactos dielétricos ou térmicos sobre o equipamento sob análise.

Visando esclarecer a forma de utilização desta manobra no APR, bem como esclarecer sobre a sua respectiva parametrização, a Figura 3.11 exemplifica tal procedimento.

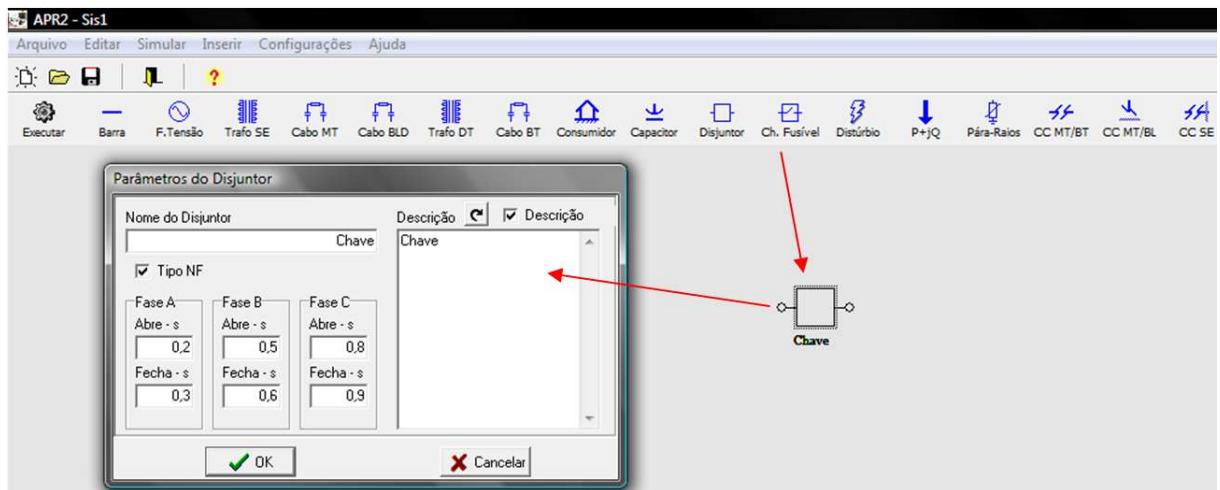


Figura 3.11 – Parâmetros da Manobra Monopolar.

Como se constata, o recurso em pauta se fundamenta no fornecimento das seguintes informações:

- **Tipo NF:** esta grandeza tem por objetivo informar se a chave é normalmente aberta (NA) ou normalmente fechada (NF), sendo, normalmente, adotada a configuração fechada;
- **Abre - s:** tempo em segundos que a chave irá abrir a fase escolhida;
- **Fecha - s:** tempo em segundos para o qual ocorrerá o fechamento da fase em questão;
- **Descrição:** campo usado pelo usuário para descrever os dados do componente, sejam estes, visualizados ou não na tela, de acordo com seleção do campo descrição à direita.

3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo foi centrado na apresentação do aplicativo computacional utilizado para os fins desta pesquisa sem, todavia, tecer maiores comentários sobre suas particularidades relativas a concepção, princípios e outros aspectos sobre os quais se fundamenta o software. A idéia básica das descrições feitas foi de indicar a sua estrutura, recursos e as telas de interface

para com o usuário. A omissão de detalhes do processo de concepção e elaboração do programa se apoia no fato que tais assuntos foram amplamente considerados nas referências bibliográficas apontadas ao longo do texto.

Não obstante as observações acima, por questões didáticas, considera-se relevante ressaltar os principais aspectos que viessem a esclarecer sobre a potencialidade do aplicativo, forma de utilização, opções disponibilizadas e outros aspectos próprios ao processo de elucidação do software desenvolvido em trabalhos passados e que se constitui na base das pesquisas aqui reportadas.

Do exposto, acredita-se, tenham sido explorados e evidenciados os principais aspectos relacionados com os mecanismos empregados para, a partir de uma dada solicitação de resarcimento por parte de um consumidor (residencial, comercial ou industrial), chegar-se a um parecer sobre a questão em pauta. Para tanto foram tecidos comentários visando mostrar as etapas a serem obedecidas que envolvem desde a implementação das redes de distribuição, fontes de distúrbios, caracterização dos equipamentos objeto do PID em foco, até se atingir o parecer nos moldes previstos pelo software, assunto este que será amplamente contemplado no capítulo subsequente.

CAPÍTULO IV

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO APLICATIVO APR ATRAVÉS DE ESTUDOS DE CASOS REAIS

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Esse capítulo tem por objetivo apresentar os resultados de estudos realizados através do aplicativo computacional apresentado anteriormente, o qual, como esclarecido, destina-se à emissão de pareceres sobre Pedidos de Indenização por Danos (PID's) em equipamentos em função de distúrbios nas redes de suprimento de consumidores.

Objetivando oferecer as bases para os estudos foram selecionados casos reais extraídos de um banco de dados sobre PID's que conduziram a concessionária de distribuição de energia elétrica do Estado do Mato Grosso a aplicar seus procedimentos clássicos para a análise e tomada de decisões sobre um conjunto de solicitações.

Em consonância com o programa utilizado procedeu-se, como se faria necessário para qualquer estudo: a identificação do consumidor reclamante; a modelagem da respectiva rede de suprimento; a aplicação do distúrbio registrado; a definição dos equipamentos contemplados no pedido e, por fim, a

determinação da correlação entre os esforços dielétricos e térmicos impostos aos equipamentos e suas respectivas suportabilidades.

Este procedimento computacional, como discutido, conduz a pareceres conclusivos que são, na sequência, comparados com as decisões tomadas pela concessionária, permitindo, assim, o estabelecimento de um primeiro processo voltado para a avaliação de desempenho do programa computacional e, assim, cumprir uma etapa inicial de uma meta direcionada a validação do processo computacional como mecanismo para análise e parecer sobre PID's.

4.2 SELEÇÃO DOS CASOS PID'S UTILIZADOS PARA O PROCESSO AVALIATIVO

O banco de informações utilizado para fins deste trabalho compreende um conjunto de casos reais ocorridos no sistema de distribuição da cidade de Cuiabá, área esta pertencente à concessionária de distribuição de energia elétrica do Estado de Mato Grosso – CEMAT.

No âmbito desta empresa foi utilizado um banco de dados contendo 998 casos de PID's registrados durante o ano de 2007, todos ocorridos na cidade de Cuiabá. Deste total, 417 foram considerados como improcedentes por parte da empresa, 460 como procedentes e 121 cancelados pelo próprio reclamante ou por outros motivos. Os custos totais envolvidos com as situações julgadas procedentes atingiram a cifra de R\$ 220.035,33.

Muito embora o grande número de casos, dentre o universo de situações acima comentadas, foram selecionadas, para os objetivos desta dissertação, um conjunto de 35 PID's para os estudos e investigações vinculadas com a análise da consistência entre os indicativos do APR e aqueles emitidos pela empresa. Estes envolvem 5 subestações, 18 alimentadores e uma diversidade de equipamentos eletroeletrônicos reclamados.

Os parâmetros elétricos das subestações foram todos levantados, a exemplo dos: transformadores de força, pára-raios, resistência de aterramento e disjuntor. Complementarmente, as informações relativas aos componentes da rede primária e secundária de distribuição foram extraídos do banco de dados do APR. Estas atividades permitiram então a realização das investigações computacionais visando a análise da correlação entre os impactos dos fenômenos, traduzidos na forma de esforços dielétricos e térmicos, com os limites de suportabilidade atribuídos aos produtos sob análise. Estes resultados foram, por fim, confrontados com os pareceres correspondentes emitidos pela empresa, empregando seus procedimentos clássicos, ficando, assim, estabelecido um primeiro procedimento comparativo entre os indicativos do APR com os posicionamentos assumidos pela empresa supridora.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS CASOS SELECIONADOS E RESULTADOS OBTIDOS

Uma vez definida as 35 situações escolhidas para os trabalhos, para cada uma delas foram cumpridas as seguintes etapas:

- Identificação do consumidor e respectivo alimentador, incluindo os parâmetros do circuito da rede de distribuição, desde o seu ponto de suprimento principal e relevante aos estudos, até o terminal físico de conexão do reclamante;
- Caracterização e parametrização do distúrbio ao qual estaria associada à ocorrência correlacionada com o efeito final sobre o produto danificado;
- Simulação da situação que supostamente teria sido responsável pelos danos reclamados, com destaque a propagação do fenômeno até o ponto de conexão do consumidor reclamante;

- Correlação entre os distúrbios manifestados na entrada do produto reclamado, materializados na forma de tensões e correntes, em esforços dielétricos e térmicos impostos aos equipamentos focados nos estudos, e subsequente comparação com os limites de suportabilidade dielétrica e térmica nos termos definidos pelas referencias [44] e [45];
- Por fim, são analisados os resultados obtidos, com destaque a emissão de um parecer sobre a consistência física entre o fenômeno ocorrido na rede de distribuição e a solicitação feita pelo consumidor reclamante, e correspondente correlação com os posicionamentos da empresa nos moldes tradicionais.

Uma vez que a inserção, nesta seção, dos detalhes atrelados com todas as situações selecionadas exigiria um volume de informações extremamente grande e sem maiores objetivos para o entendimento dos trabalhos, optou-se pela inclusão, nesta dissertação, apenas dos resultados e respectivos pormenores quanto a caracterização e parametrização das redes e fenômenos, assim como das formas de onda para as tensões e correntes impactantes sobre os equipamentos, para apenas 4 dos 35 casos investigados. Não obstante a isto, ao término das discussões, todos os casos avaliados são sintetizados através de uma planilha que sintetiza os pareceres computacionais com aqueles adotados pela supridora.

Apesar da simplificação supra definida, a tabela 4.1 apresenta a totalidade dos PID's que perfizeram as investigações aqui realizadas.

Tabela 4.1 - Casos analisados na amostra dos pedidos de Ressarcimento de Danos Materiais Procedentes na cidade de Cuiabá pelo APR-2.0.

SE/AL	FASES	Cidade	EQUIPAMENTOS DANIFICADOS	Parecer	Total Pago R\$
001003	BCN	Cuiabá	01 Geladeira	Procedente	350,00
001001	BCN	Cuiabá	01 Ar condicionado	Procedente	120,00
001003	CN	Cuiabá	01 Lâmpada fl. compacta	Procedente	16,00
001003	CN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	283,00
001003	CN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	182,00
001003	BN	Cuiabá	01 Aparelho de som , 04 Lâmpadas fl. Compactas	Procedente	546,00
001003	CN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	365,82
001003	CN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	238,00
001003	BN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	264,64
001003	ABN	Cuiabá	01 Micro ondas	Procedente	68,80
001011	BCN	Cuiabá	01 TV, 01 Estabilizador	Procedente	243,00
001011	ACN	Cuiabá	01 Maquina de lavar	Procedente	358,98
001011	ABN	Cuiabá	01 CPU	Procedente	220,00
001012	ABCN	Cuiabá	01 Monitor	Procedente	170,00
001016	BCN	Cuiabá	01 Video cassete	Procedente	250,00
001016	BCN	Cuiabá	01 DVD	Procedente	120,00
001019	ABN	Cuiabá	01 Televisão	Procedente	155,00
001019	ABN	Cuiabá	01 Ar condicionado	Procedente	957,00
006003	ABN	Cuiabá	01 Geladeira, 01 TV	Procedente	320,00
006004	ABN	Cuiabá	01 TV	Procedente	535,78
006006	ABN	Cuiabá	01 Televisor	Procedente	232,00
006007	ABN	Cuiabá	01 TV , 01 Ventilador	Procedente	135,00
010002	BN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	273,00
010002	AN	Cuiabá	01 Micro Computador , 01 Aparelho Telefone Sem Fio	Procedente	241,34
010002	BN	Cuiabá	01 Micro System	Procedente	201,00
010002	ABCN	Cuiabá	01 Máquina de Lavar, 01 Microsistem	Procedente	276,40
010004	ABN	Cuiabá	01 Geladeira	Procedente	858,45
010011	CN	Cuiabá	01 Geladeira	Procedente	561,00
045008	ABN	Cuiabá	01 TV, 05 Lampadas compactas	Procedente	688,29
056001	AN	Cuiabá	Aparelho de som	Procedente	537,82
056003	ABN	Cuiabá	04 Lâmpadas fl. compacta, 01 TV	Procedente	64,00
056003	ABN	Cuiabá	01 Microondas	Procedente	88,64
056003	ABN	Cuiabá	01 Microondas, 01 Telefone sem fio, 01 Lâmpada compacta	Procedente	84,00
056004	CN	Cuiabá	01 Geladeira	Procedente	517,00
087011	ACN	Cuiabá	01 TV, 01 DVD	Procedente	422,34

4.3.1 - Simulações dos Casos Selecionados

Caso 01 - Condicionador de Ar (Distúrbio: religamento tripolar)

O primeiro caso examinado corresponde a uma solicitação de resarcimento por danos causado a um aparelho condicionador de ar devido um religamento tripolar do disjuntor 13,8 kV que atende o alimentador supridor do reclamante.

Conforme a análise técnica do processo interno da concessionária, a ocorrência registrada para o sistema suprido e que teria correlação com o PID em questão seria atribuída ao seguinte fenômeno:

“No dia 06-novembro-2007, às 17h13min, ocorreu o desligamento com Religamento tripolar automático da barra do DJ_001 da SE BDU, circuito esse que atende a unidade consumidora do reclamante. Tal fenômeno teria ocorrido em consequência de uma descarga atmosférica na rede primária do circuito ao qual está conectado o mencionado reclamante...”.

O resultado da análise técnica da concessionária sobre este pedido foi pelo deferimento do pleito. A justificativa para tal se apoiou no fato que a descarga atmosférica no circuito pode gerar ondas de sobretensões que poderiam causar danos em equipamentos eletroeletrônicos.

Em consonância com os procedimentos estabelecidos pelo APR foram realizados os trabalhos de levantamento e estudos, conforme descrições a seguir.

A Figura 4.1 representa a rede primária responsável pelo suprimento do consumidor, desde seu correspondente transformador de força da subestação de 138/13,8kV – T2. São também indicadas: a rede de média tensão de 13,8kV, o transformador de distribuição de 13,8kV/220V, e, por fim, a rede de baixa tensão de 220/127V até o ponto de conexão do reclamante.

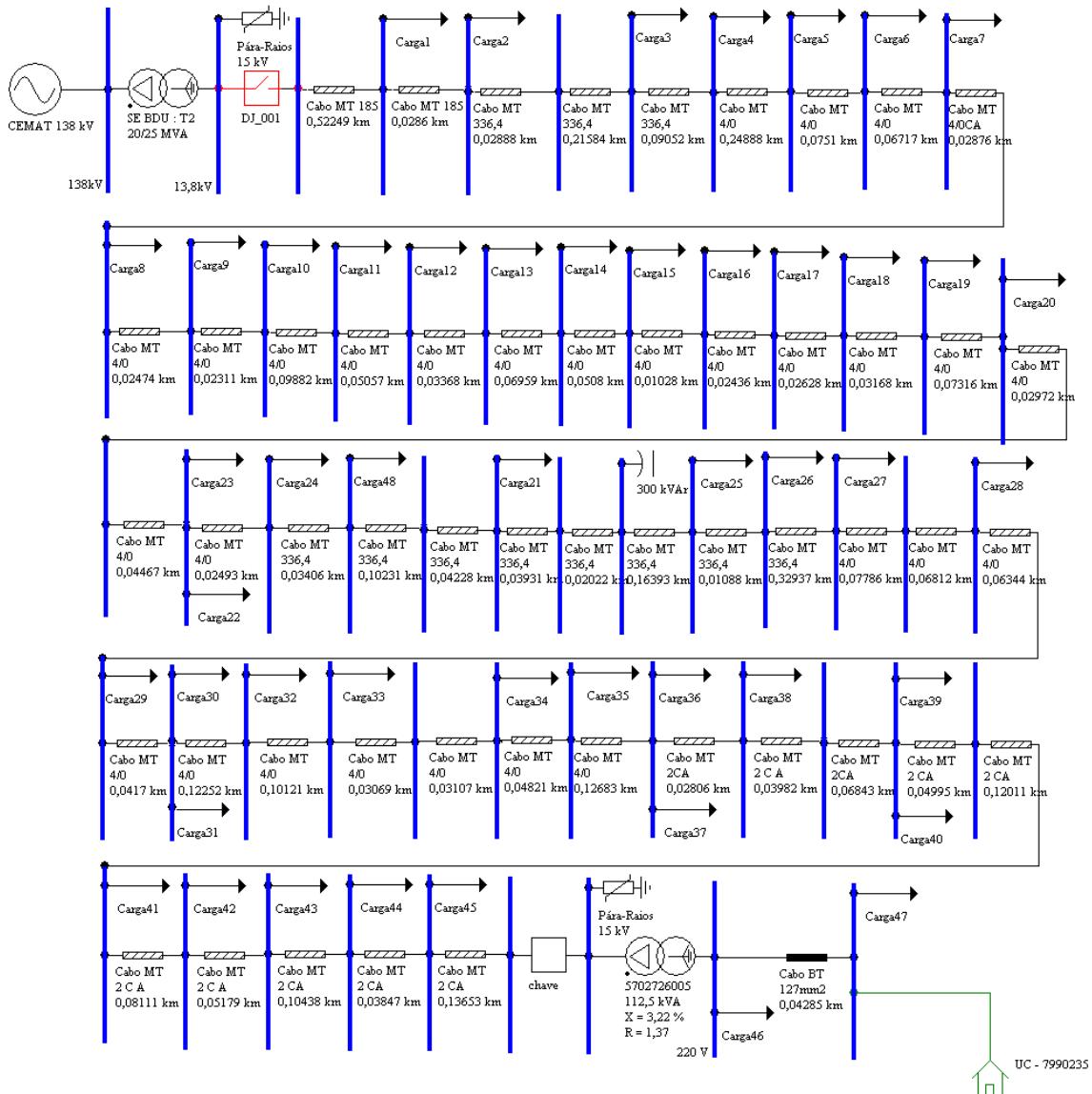


Figura 4.1 – Modelagem do alimentador para o Caso 01.

A Figura 4.2 ilustra a seleção do equipamento envolvido no processo de análise em pauta (aparelho condicionador de ar).

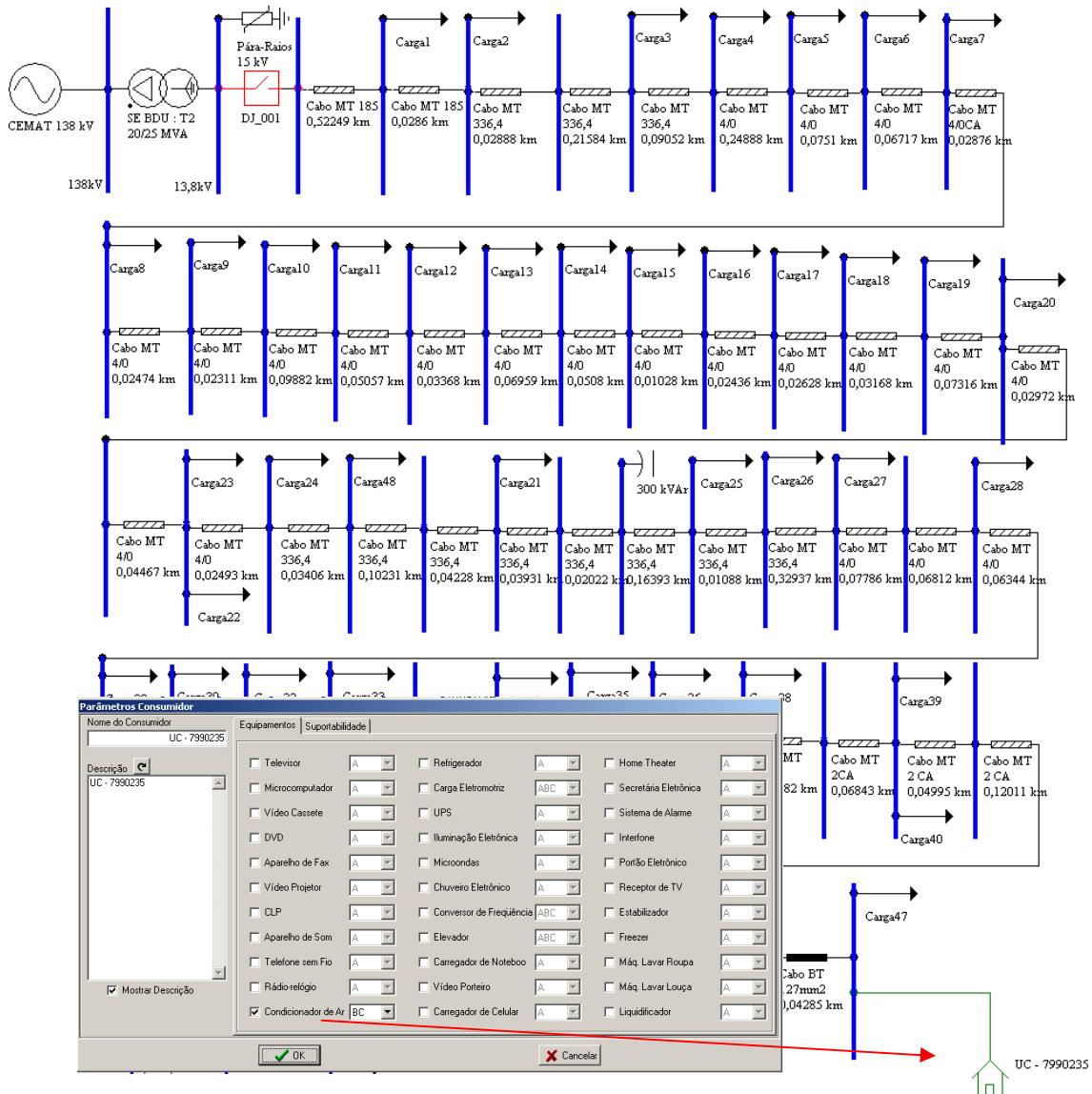


Figura 4.2– Seleção do equipamento sob a análise.

Os principais parâmetros necessários à modelagem estabelecida no APR e vinculados com a rede de distribuição em foco são fornecidos nas Tabelas 4.2 a 4.6.

Tabela 4.2 - PARÂMETROS DA FONTE DE TENSÃO – CASO 01

Parâmetro	Valor
Tensão nominal (kV)	138,0
Nível curto-circuito trifásico (kVA)	$2576\angle80,93^\circ$

Tabela 4.3 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR SE – CASO 01

Parâmetro	Valor
Tensões prim./sec. (kV)	138/13,8
Potência (MVA)	25
Reatância indutiva (%)	8,65
Resistência (%)	0,43

Tabela 4.4 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR DT – CASO 01

Parâmetro	Valor
Tensões prim./sec. (kV)	13,8/0,22
Potência (kVA)	112,5
Reatância Indutiva (%)	3,22
Resistência (%)	1,37

Tabela 4.5 - PARÂMETROS DOS CABOS – CASO 01

Cabo	Resistência Elétrica (Ω/km)	Reatância Indutiva (Ω/km)
MT 185mm ²	0,2860	0,2090
MT 336,4CA	0,2566	0,89
MT 4/0CA	0,3733	0,91
MT 2CA	1,0533	0,9566
BT 127mm ²	0,2426	0,5274

Tabela 4.6 - PARÂMETROS DA CARGA – CASO 01

Carga	Potência Ativa (kW)	Potência Reativa (kVAr)
Carga 1	58,35	24,84
Carga 2	550,8	154,23
Carga 3	34,65	14,76
Carga 4	23,46	9,99
Carga 5	49,38	21,03
Carga 6	11,61	4,92
Carga 7	86,4	15,39
Carga 8	204,3	66,87
Carga 9	13,47	5,73
Carga 10	91,38	48,39
Carga 11	112,35	47,35
Carga 12	64,29	27,36
Carga 13	28,92	39,78
Carga 14	34,32	14,61
Carga 15	24,69	10,53
Carga 16	198,45	84,54
Carga 17	23,79	10,14
Carga 18	13,71	5,85
Carga 19	21,3	9,06
Carga 20	56,88	24,21

Carga 21	58,17	24,78
Carga 22	39,54	16,8
Carga 23	278,61	118,68
Carga 24	153,66	75,51
Carga 25	56,16	23,91
Carga 26	62,46	26,61
Carga 27	2,19	0,93
Carga 28	38,49	16,38
Carga 29	56,97	24,27
Carga 30	51,15	21,78
Carga 31	168,33	71,7
Carga 32	40,47	17,25
Carga 33	603,42	258,39
Carga 34	51,96	4,23
Carga 35	56,07	23,88
Carga 36	1059,15	397,35
Carga 37	188,46	80,28
Carga 38	65,28	21,75
Carga 39	27,45	11,7
Carga 40	756,42	322,23
Carga 41	78,12	33,27
Carga 42	42,84	18,24
Carga 43	117,66	50,13
Carga 44	38,94	16,59
Carga 45	106,02	45,15
Carga 46	31,86	13,5
Carga 47	38,94	16,5
Carga 48	18,63	10,59

Como já mencionado, o distúrbio ocorrido na rede está relacionado com um religamento tripolar automático abrangendo as três fases da rede, através da qual estaria a alimentação do aparelho condicionador de ar do reclamante. De forma a representar tal situação, a Figura 4.3 evidencia a utilização de uma chave com desligamento, seguido de religamento tripolar mas com apenas uma operação conforme medidas operativas da concessionária.

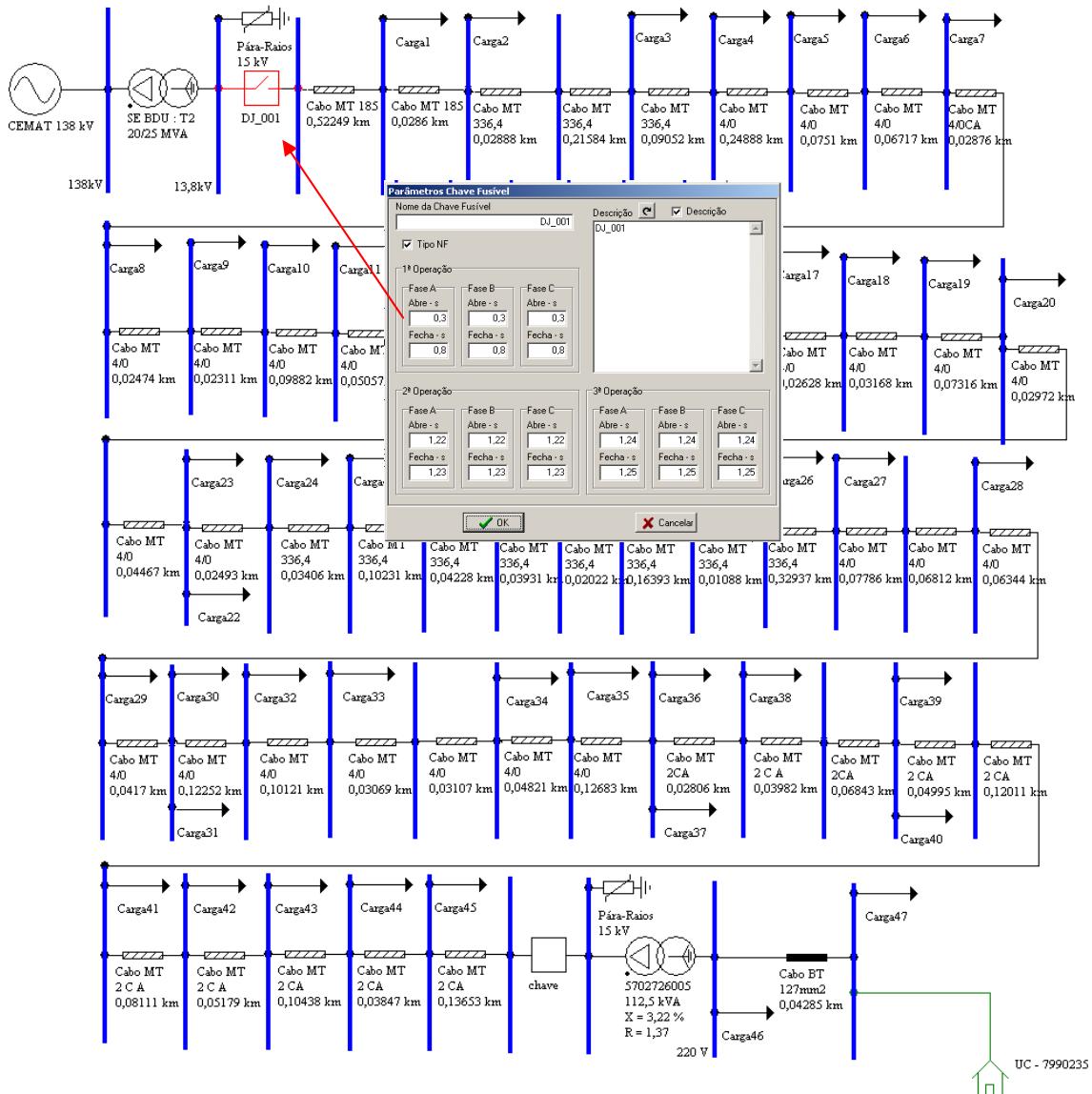


Figura 4.3- Representação do distúrbio associado com o Caso 01 – desligamento seguido de religamento tripolar.

Uma vez implementado o arranjo, que compreende informações desde a subestação de 138 kV até o consumidor final, o aplicativo conduziu, para o distúrbio identificado, à tensão e corrente mostradas nas Figuras. 4.4 e 4.5. Estas indicam as grandezas manifestadas na entrada do equipamento sob investigação. Os gráficos mostram o período que antecedeu o fenômeno, os instantes subsequentes a este e, por fim, o desempenho após o encerramento do distúrbio em questão.

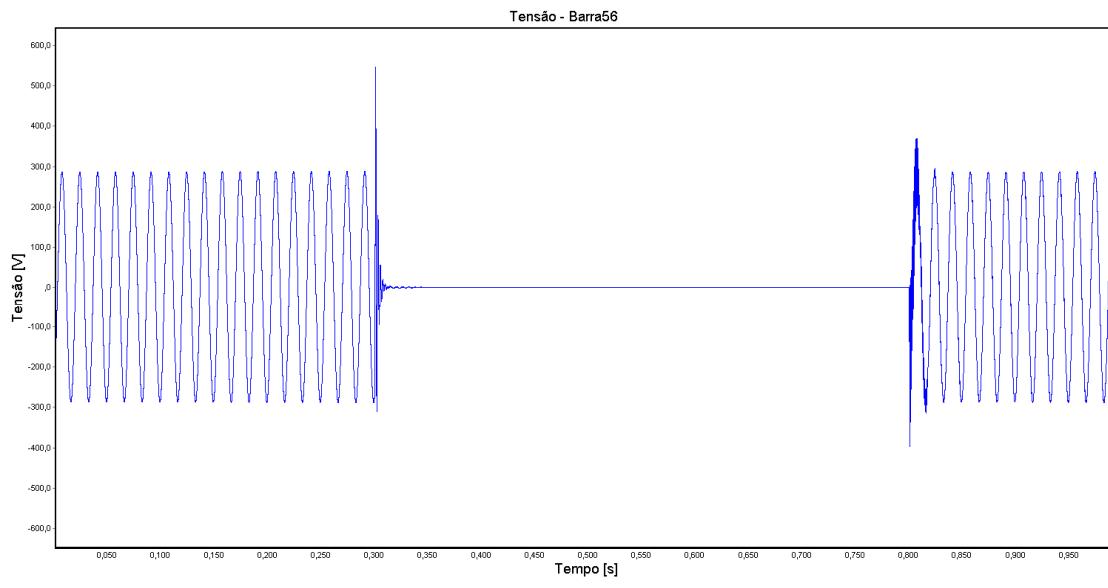


Figura 4.4- Tensão na entrada do condicionador de ar – religamento tripolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 01.

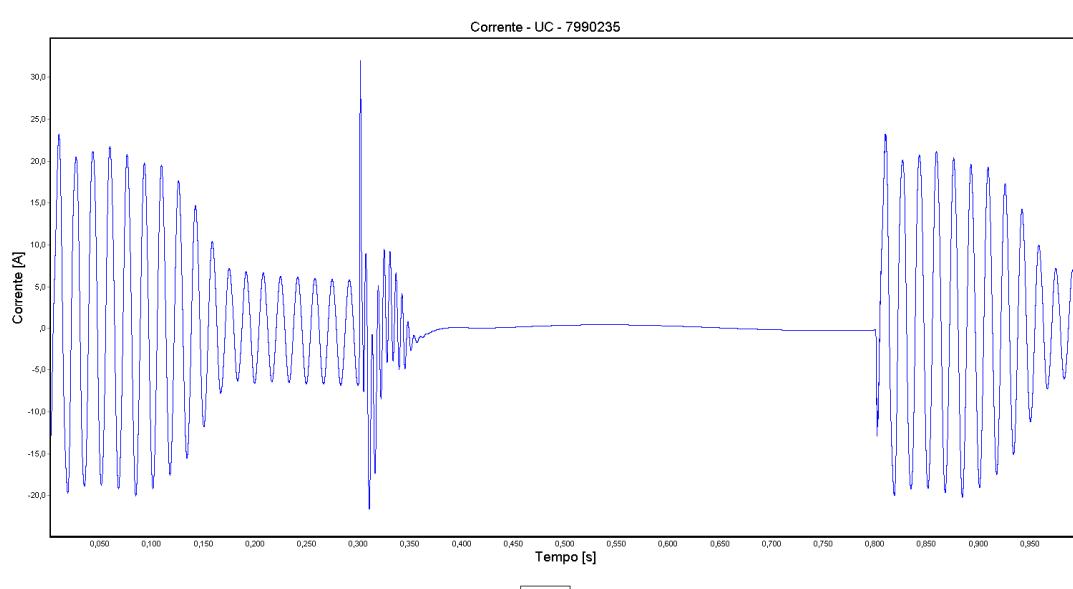


Figura 4.5- Corrente na entrada do condicionador de ar – religamento tripolar no alimentador de 13,8kV – Caso 01.

As Figuras, 4.6 e 4.7 apresentam as solicitações dielétricas e térmicas impostas ao equipamento e associadas com o fenômeno sob investigação. Vale observar que o desconhecimento dos limites de suportabilidade específicos para o equipamento orientou para a inserção de curvas disponibilizadas pelo APR e

que representam situações genéricas nos termos definidos pelas referencias [44] e [45]. O mesmo procedimento foi utilizado para os demais estudos.

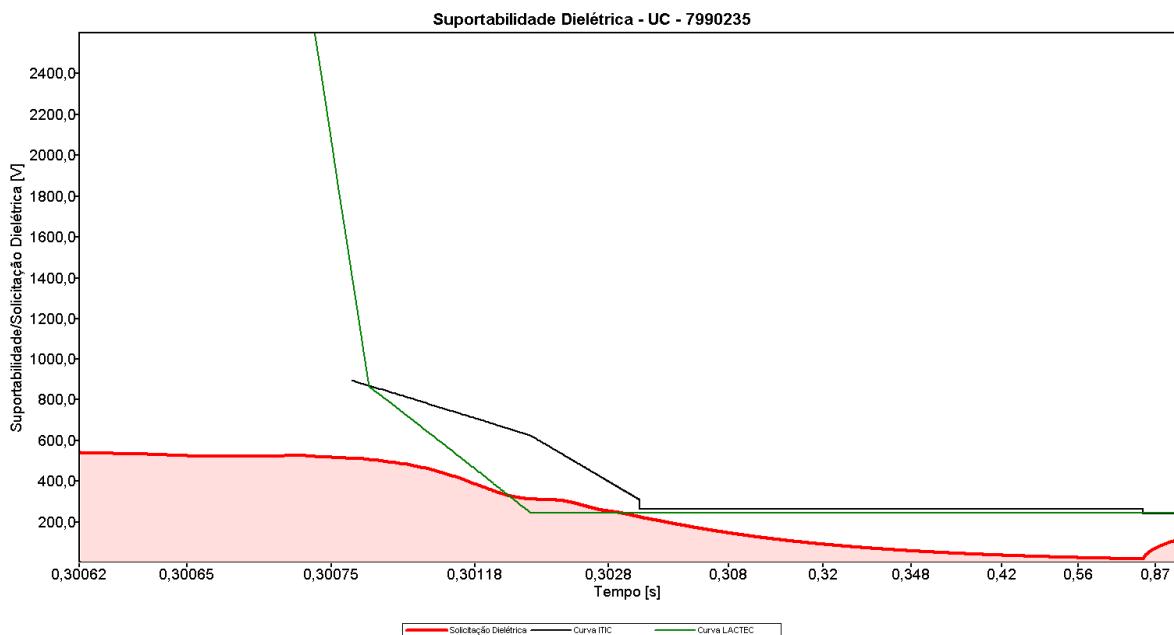


Figura 4.6- Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 01 – Condicionador de ar.

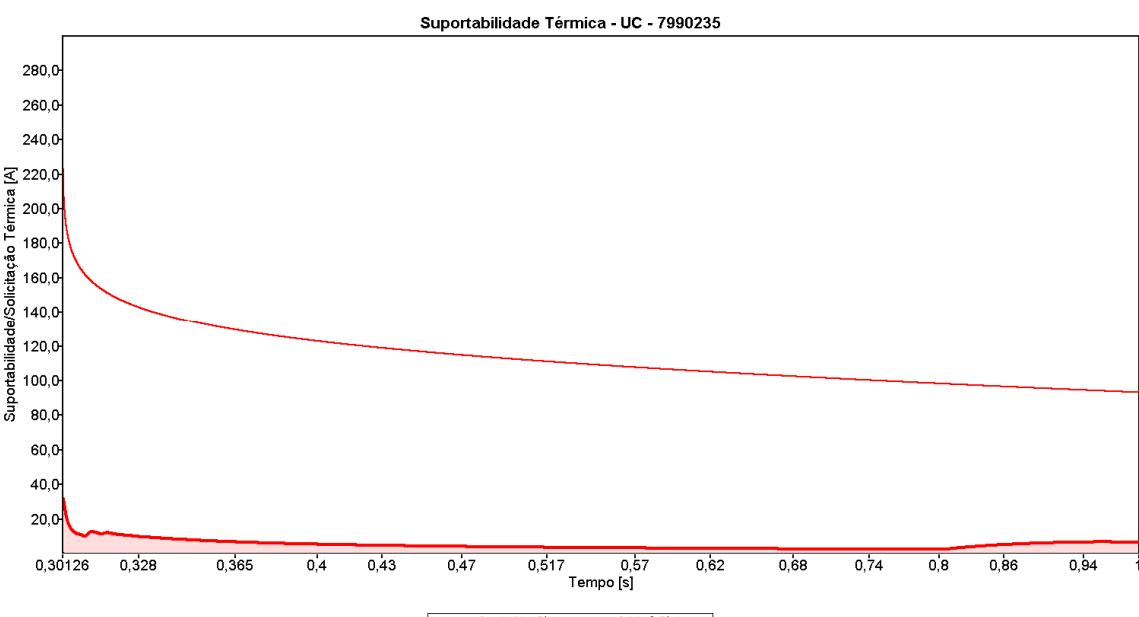


Figura 4.7- Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 01 – Condicionador de ar.

Os resultados mostrados nas duas últimas figuras permitem constatar que:

- Nos instantes que seguem a abertura do relé (t=300,61ms) conforme figura 4.4, ocorre a violação dos níveis de tensão admissíveis pelo aparelho. Portanto, quanto às questões dielétricas, pode-se verificar que: há possibilidade de danos físicos na forma de rompimento da isolação do equipamento.
- Com relação à violação dos limites térmicos tolerados pelo equipamento, constatou-se que não há possibilidade de danos físicos na forma de sobreaquecimentos.
- Parecer final (através do APR): Solicitação Procedente

O resultado obtido através dos estudos computacionais aponta para o fato que, o caso em questão está vinculado com uma solicitação procedente para o pedido de ressarcimento, indicando que o fenômeno produzido pela manobra possui propriedades capazes de romper os limites dielétricos do equipamento sob análise. Esta constatação está em consonância com o parecer emitido pela concessionária, a qual, como já informado, deferiu a solicitação.

Caso 02 – Refrigerador (Distúrbio: manobra monopolar)

O segundo caso examinado corresponde a uma solicitação de ressarcimento por danos causados a um refrigerador, supostamente atribuídos a uma manobra monopolar numa chave fusível 13,8 kV do ramal da rede de distribuição que atende a carga do reclamante.

Conforme a análise técnica do processo interno da concessionária, a ocorrência registrada para o sistema e que teria correlação com o PID em questão seria atribuída à seguinte ocorrência:

“No dia 13-agosto-2007, às 11h37minhs, houve uma intervenção emergencial na rede tendo realizada uma manobra monopolar na chave fusível

nº 0302049005 do circuito que atende a unidade consumidora do reclamante. Tal fenômeno estaria registrado como uma consequência de uma pipa na rede primária do circuito ao qual está conectada a mencionada chave fusível...”.

O resultado da análise técnica da concessionária sobre este pedido foi pelo deferimento da solicitação, alegando-se que a manobra monopolar provoca uma falta de uma das fases na rede primária. Como consequência disto, há possibilidades da manifestação de que duas das fases da rede secundária, se apresentem com valores flutuantes e, nestas circunstâncias, apresentarem tensões que podem se apresentar desde zero até duas vezes o valor da tensão nominal fase-neutro.

Para análise pelo APR do problema em questão, os procedimentos adotados, em consonância com as etapas já esclarecidas anteriormente, foram os mesmos já elucidados.

A Figura 4.8 mostra o arranjo físico que compõe a rede primária responsável pelo suprimento do consumidor, iniciando pelo transformador de força da subestação de 138/13,8 kV – T2, passando para a rede de média tensão em 13,8 kV, prosseguindo através do transformador de distribuição de 13,8 kV para 220 V, e, por fim, a rede de baixa tensão à qual encontra-se conectado o consumidor reclamante.

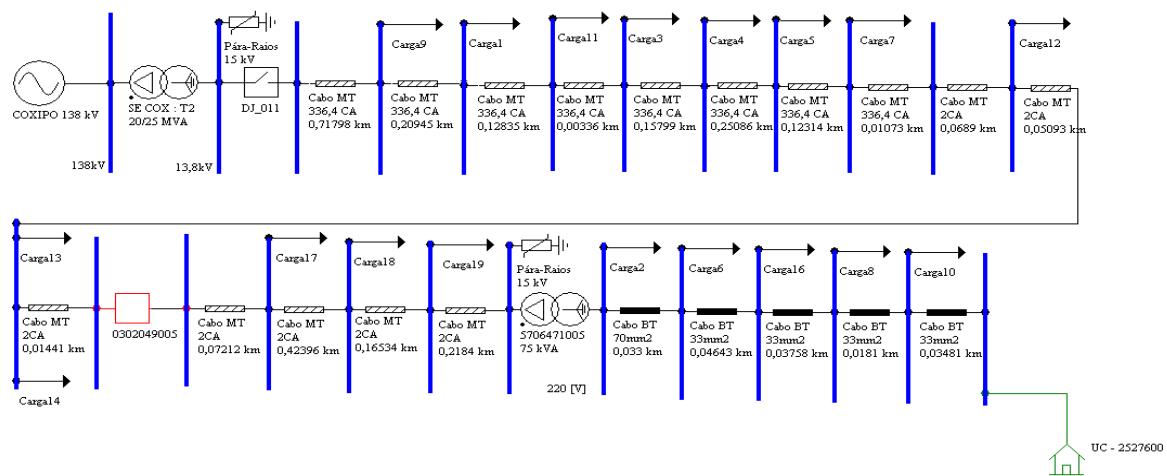


Figura 4.8- Modelagem do alimentador para o Caso 02.

A Figura 4.9 ilustra a definição do equipamento envolvido no presente processo de análise de consistência de indenização (um refrigerador).

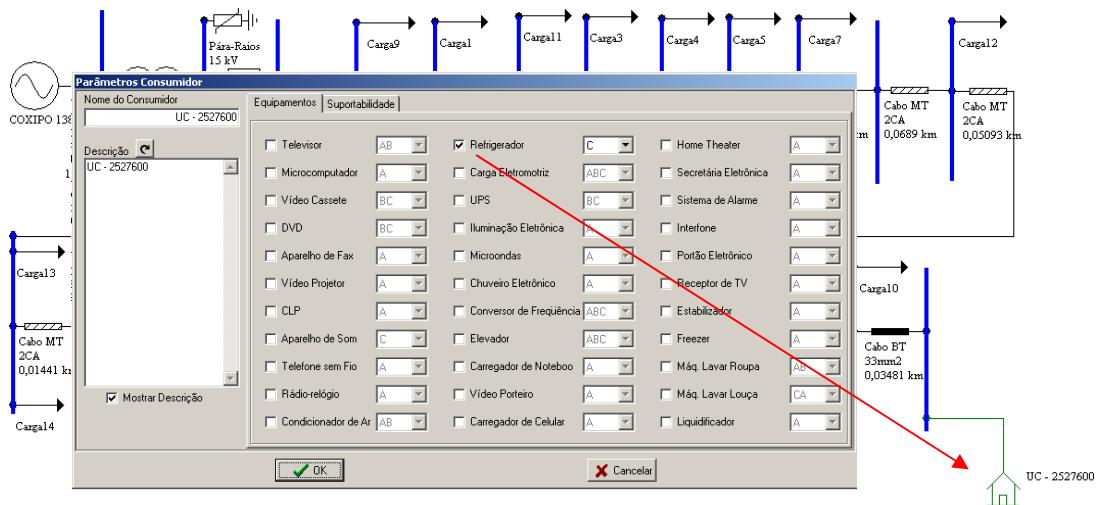


Figura 4.9– Definição do equipamento contemplado na análise de consistência do pedido de resarcimento.

Os principais parâmetros necessários à modelagem estabelecida no APR e vinculados com a rede de distribuição em foco são fornecidos nas Tabelas 4.7 a 4.11.

Tabela 4.7 - PARÂMETROS DA FONTE DE TENSÃO – CASO 02

Parâmetro	Valor
Tensão nominal (kV)	138,0
Nível curto-circuito trifásico (kVA)	$3685 \angle 86,18^\circ$

Tabela 4.8 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR SE – CASO 02

Parâmetro	Valor
Tensões prim./sec. (kV)	138/13,8
Potência (MVA)	25
Reatância indutiva (%)	12,81
Resistência (%)	0,71

Tabela 4.9 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR DT – CASO 02

Parâmetro	Valor
Tensões prim./sec. (kV)	13,8/0,22
Potência (kVA)	75
Reatância Indutiva (%)	3,15
Resistência (%)	1,52

Tabela 4.10 - PARÂMETROS DOS CABOS – CASO 02

Cabo	Resistência Elétrica (Ω/km)	Reatância Indutiva (Ω/km)
MT336,4CA	0,2566	0,89
MT 2CA	1,0533	0,0433
BT 70mm ²	0,6213	0,0516
BT 33mm ²	1,2196	0,1942

Tabela 4.11 - PARÂMETROS DA CARGA – CASO 02

Carga	Potência Ativa (kW)	Potência Reativa (kVAr)
Carga 1	11,79	5,13
Carga 2	4,8	1,92
Carga 3	36,09	15,6
Carga 4	61,32	26,61
Carga 5	55,47	24,18
Carga 6	0,3	0,12
Carga 7	3827,01	949,26
Carga 8	0,3	0,12
Carga 9	31,47	13,71
Carga 10	1,2	0,48
Carga 11	11,67	5,04
Carga 12	44,28	19,26
Carga 13	43,74	19,02
Carga 14	54,6	23,67
Carga 16	0,3	0,12
Carga 17	34,77	15,15
Carga 18	48,51	21,15
Carga 19	38,73	16,89

Como já mencionado, o distúrbio ocorrido na rede está relacionado com uma manobra monopolar na fase B da MT, cujo efeito final se manifestará em anomalias junto à fase C da BT, à qual se encontraria conectado o refrigerador do reclamante. De forma a representar tal situação, a Figura 4.10 evidencia a utilização de uma chave fusível visando à reprodução do fenômeno sob discussão.

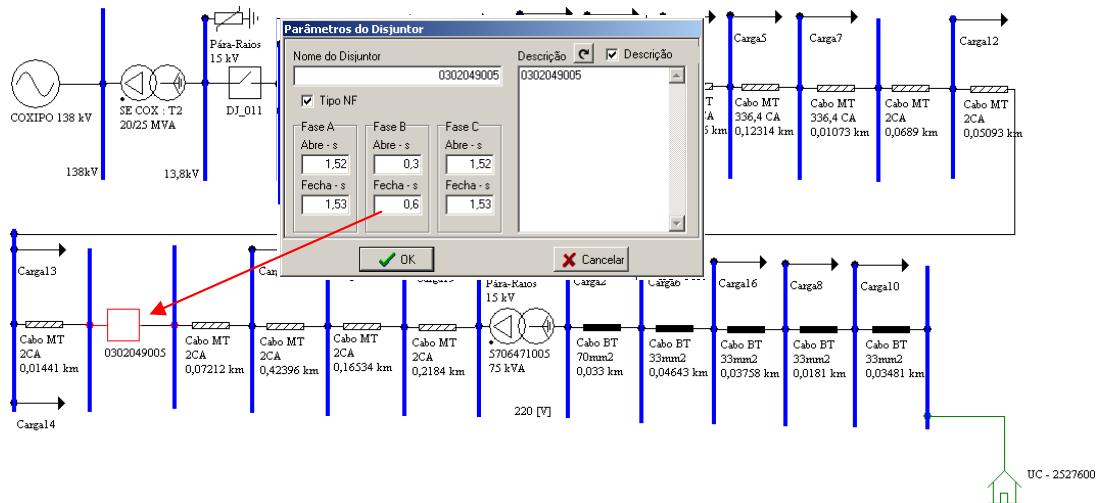


Figura 4.10- Representação do distúrbio associado com o Caso 02 – manobra monopolar da chave fusível.

Uma vez implementado o arranjo elétrico e a situação operativa anormal ocorrida, o aplicativo APR conduziu às formas de onda para a tensão e corrente mostradas nas Figuras 4.11 e 4.12, respectivamente. Estas, como enfatizado anteriormente, refletem as grandezas encontradas na entrada do equipamento objeto da presente avaliação. Os gráficos mostram o período que antecedeu o fenômeno, os instantes subsequentes a este e, por fim, o desempenho após o encerramento do distúrbio em questão.

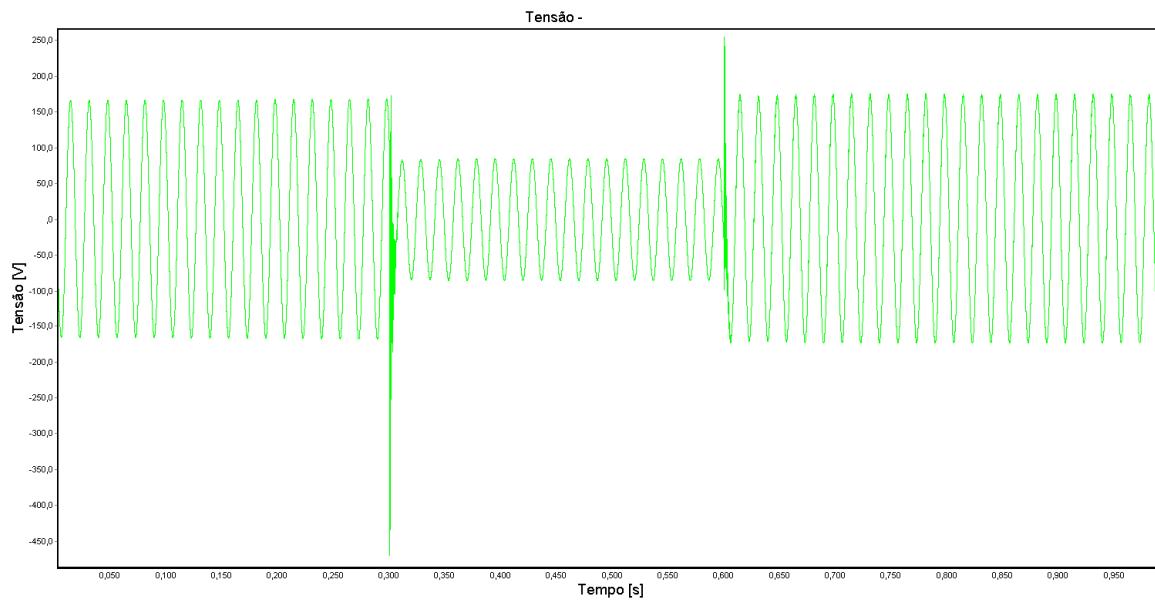


Figura 4.11- Tensão na entrada do Refrigerador – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador em 13,8kV – Caso 02.

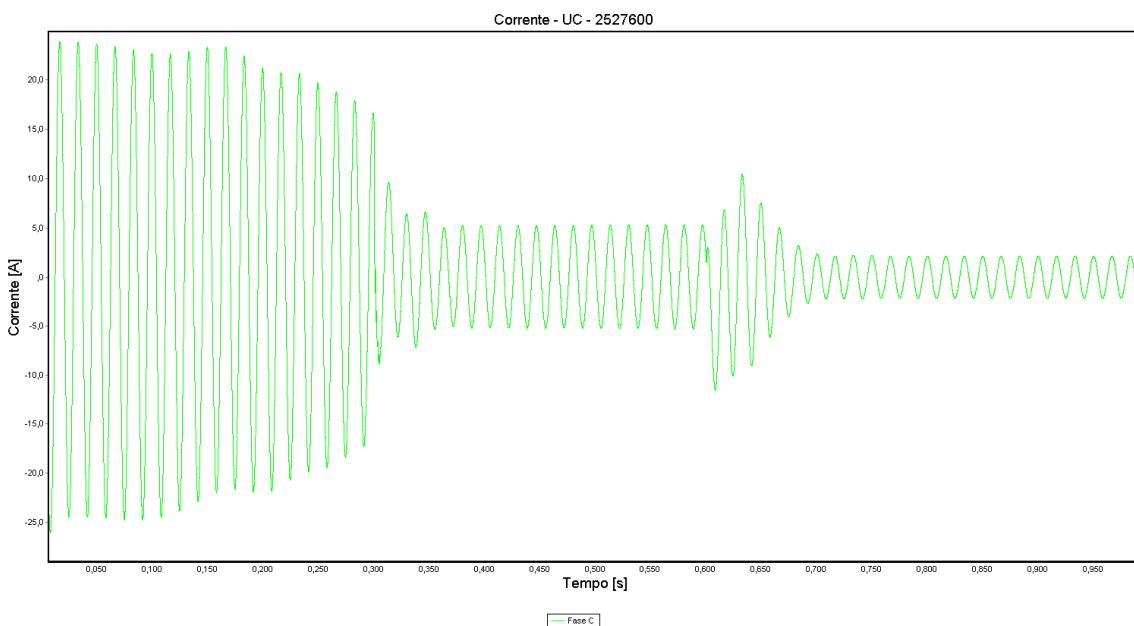


Figura 4.12- Corrente na entrada do Refrigerador – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 02.

As Figuras 4.13 e 4.14, apresentam os gráficos que expressam as solicitações dielétricas e térmicas impostas ao equipamento e associadas com o fenômeno em pauta. Mais uma vez vale observar que o desconhecimento dos limites de suportabilidade específicos para o equipamento orientou para a

inserção de curvas disponibilizadas pelo APR e que representam situações genéricas nos termos definidos pelas referencias [44] e [45].

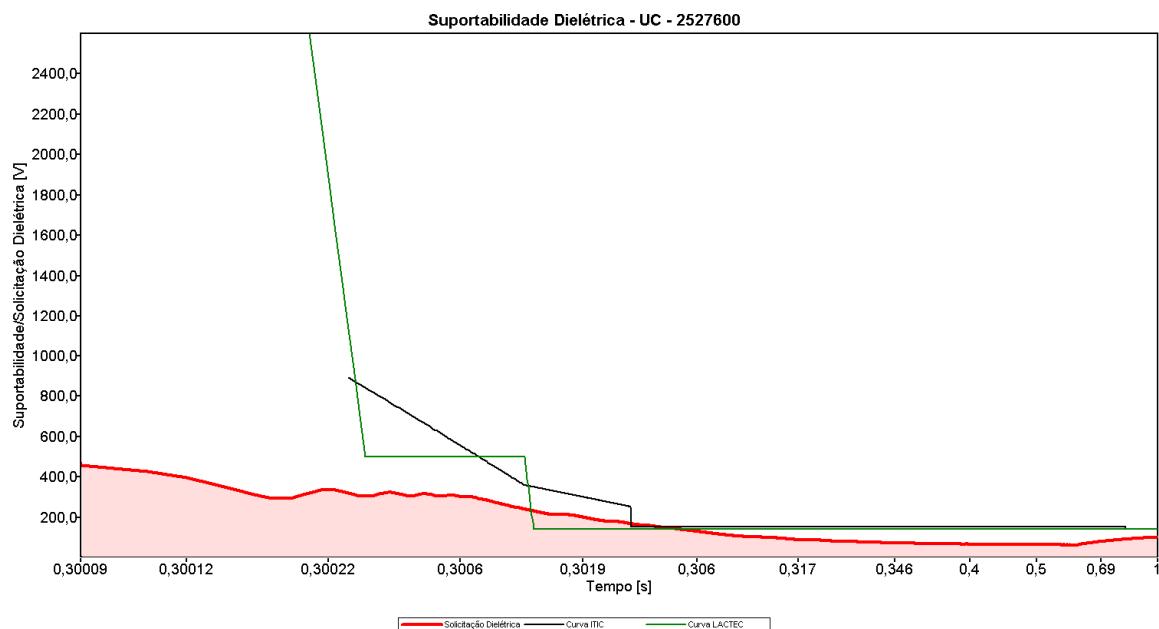


Figura 4.13 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 02 – Refrigerador.

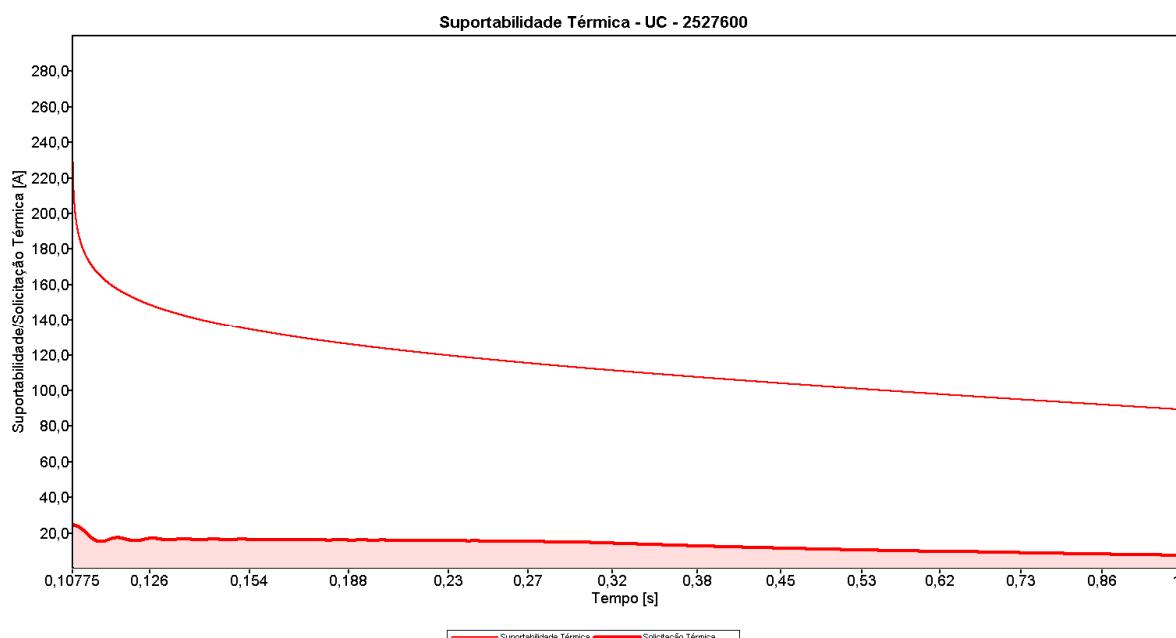


Figura 4.14 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 02 – Refrigerador.

Os resultados mostrados nas duas últimas figuras permitem constatar que:

- No instante que segue a abertura da chave fusível (300,08 ms) conforme figura 4.11, ocorre a violação dos níveis de tensão admissíveis pelo equipamento. Portanto, quanto as questões dielétricas e fundamentando-se nas premissas aqui postas pode-se constatar que: há possibilidade de danos físicos na forma de rompimento da isolação do produto.
- Com relação aos limites térmicos do equipamento, constatou-se que não há evidências que as tolerâncias impostas tenham sido violadas.
- Parecer final do APR: Solicitação procedente

O resultado computacional aponta, portanto, para o fato que o caso em questão está vinculado com uma solicitação procedente para o pedido de ressarcimento, indicando que o fenômeno produzido pela manobra possui propriedades capazes de romper os limites dielétricos do equipamento investigado, fato este que se apresenta em consonância com o parecer emitido pela concessionária que deferiu a solicitação.

Caso 03 – Microcomputador, Telefone sem Fio e Aparelho de Som (Distúrbio: manobra monopolar)

O terceiro caso examinado corresponde a uma solicitação de ressarcimento por danos causados a três equipamentos de uma determinada instalação consumidora, a saber: um microcomputador, um telefone sem fio e um aparelho de som. Os efeitos danosos seriam supostamente atribuídos a uma manobra monopolar de uma chave de 13,8 kV do transformador de distribuição.

Conforme a análise técnica do processo, no âmbito da concessionária, a ocorrência registrada para o sistema supridor e que poderia ter correlação com o PID em questão seria embasada no seguinte registro:

“No dia 07-junho-2007, às 18h26minhs, ocorreu uma intervenção emergencial na rede, houve uma manobra monopolar no transformador de distribuição nº 5704931005, que atende as unidades consumidoras dos reclamantes. Tal fenômeno teria ocorrido em consequência de um cabo partido na rede primária do circuito ao qual está conectado o mencionado transformador...”.

O resultado da análise técnica da concessionária sobre este pedido foi pelo deferimento do pleito. O motivo para tal decisão se apoiou no fato que, quanto da manobra monopolar, isto poderia provocar uma falta de uma das fases da rede primária. Do lado secundário, isto poderia justificar que duas de suas fases seriam responsáveis por expressivas variações da tensão.

Em consonância com os procedimentos estabelecidos pelo APR, o primeiro passo dado foi o da obtenção de informações e dados atrelados com a rede de alimentação do consumidor. Nestes termos, a Figura 4.15 mostra o complexo em questão, o qual compreende: o transformador de força da subestação de 138/13,8 kV – T1, a rede de média tensão em 13,8 kV, o transformador de distribuição de 13,8 kV para 220V, e, por fim, a rede de baixa tensão de 220/127V até a entrada do consumidor reclamante.

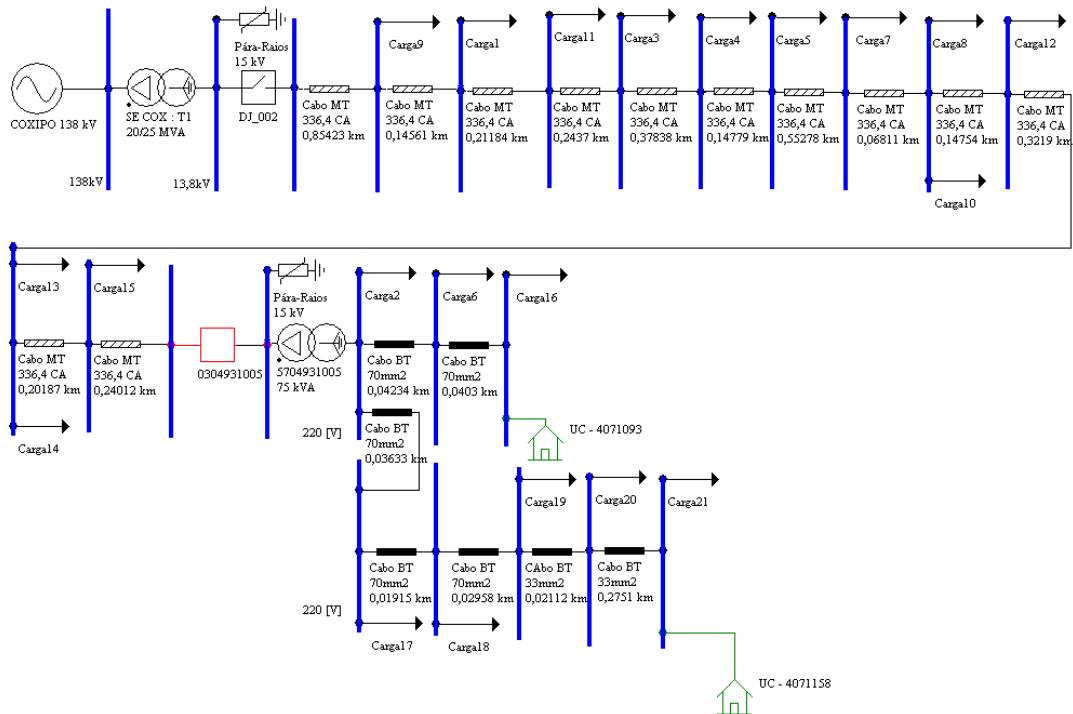


Figura 4.15 - Modelagem do alimentador para o Caso 03.

A Figura 4.16 ilustra a escolha dos equipamentos envolvidos no processo de análise de consistência de indenização (Microcomputador, Telefone sem Fio e Aparelho de Som).

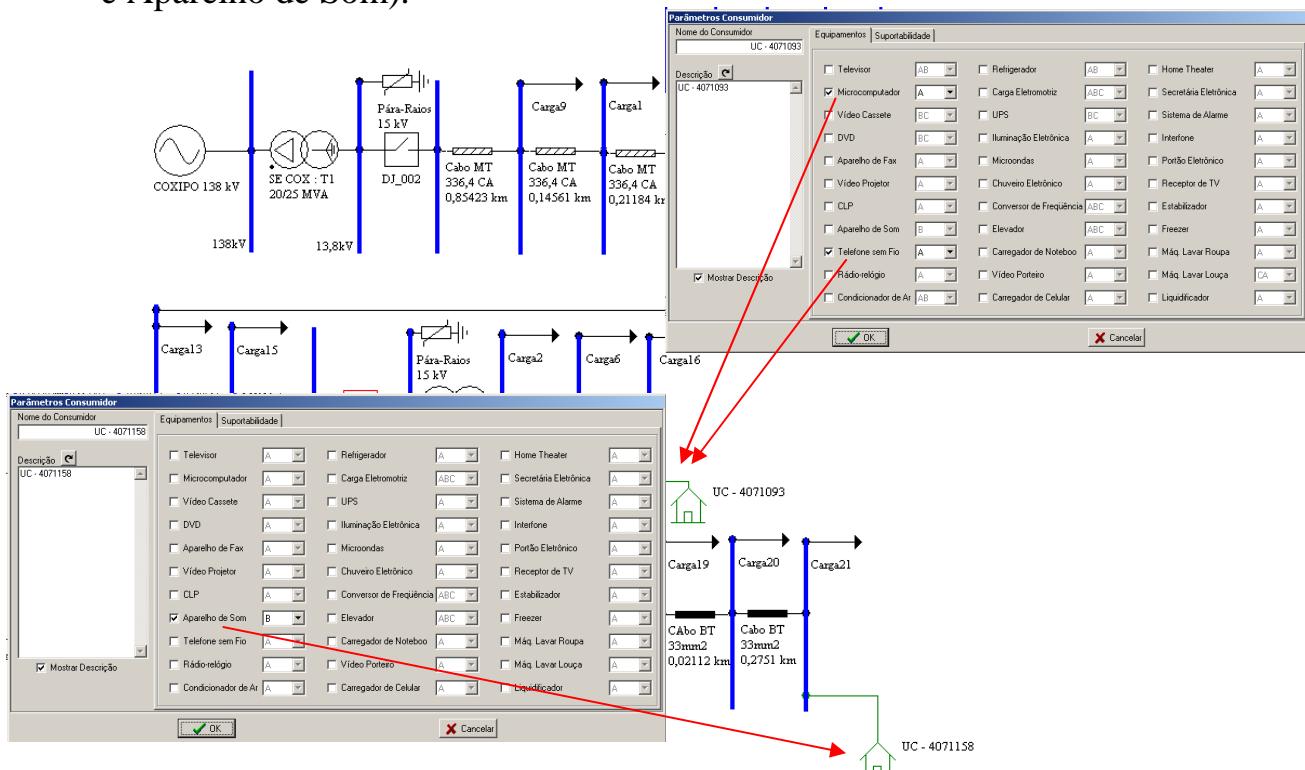


Figura 4.16 – Definição dos equipamentos considerados na análise de consistência do pedido de ressarcimento.

Os principais parâmetros requeridos pelo APR e vinculados com a rede de distribuição em foco são fornecidos nas Tabelas 4.12 a 4.16.

Tabela 4.12 - PARÂMETROS DA FONTE DE TENSÃO – CASO 03

Parâmetro	Valor
Tensão nominal (kV)	138,0
Nível curto-círcuito trifásico (kVA)	$3685\angle86,18^\circ$

Tabela 4.13 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR SE – CASO 03

Parâmetro	Valor
Tensões prim./sec. (kV)	138/13,8
Potência (MVA)	25
Reatância indutiva (%)	10,01
Resistência (%)	0,35

Tabela 4.14 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR DT – CASO 03

Parâmetro	Valor
Tensões prim./sec. (kV)	13,8/0,22
Potência (kVA)	75
Reatância Indutiva (%)	3,15
Resistência (%)	1,52

Tabela 4.15 - PARÂMETROS DOS CABOS – CASO 03

Cabo	Resistência Elétrica (Ω/km)	Reatância Indutiva (Ω/km)
MT336,4CA	0,2566	0,89
BT 70mm ²	0,6213	0,0516
BT 33mm ²	1,2196	0,1942

Tabela 4.16 - PARÂMETROS DA CARGA – CASO 03

Carga	Potência Ativa (kW)	Potência Reativa (kVAr)
Carga 1	0,33	10,32
Carga 2	0,93	0,39
Carga 3	0,42	13,26
Carga 4	0,78	24,78
Carga 5	7,14	24,81
Carga 6	0,93	0,39
Carga 7	10,47	36,3
Carga 8	17,46	60,33
Carga 9	0,33	10,83
Carga 10	5,76	19,83
Carga 11	0,54	16,74

Carga 12	13,53	46,98
Carga 13	1810,26	820,92
Carga 14	5121,69	1666,35
Carga 15	4,08	14,16
Carga 16	8,37	3,51
Carga 17	0,93	0,39
Carga 18	0,93	0,39
Carga 19	17,67	7,41
Carga 20	0,93	0,39
Carga 21	3,72	1,56

Como já mencionado, o distúrbio ocorrido na rede está relacionado com uma manobra monopolar manifestado na rede de alimentação dos aparelhos reclamados. De forma a representar tal situação, a Figura 4.17 evidencia a utilização de uma chave fusível que viabilizaria a reprodução do fenômeno registrado.

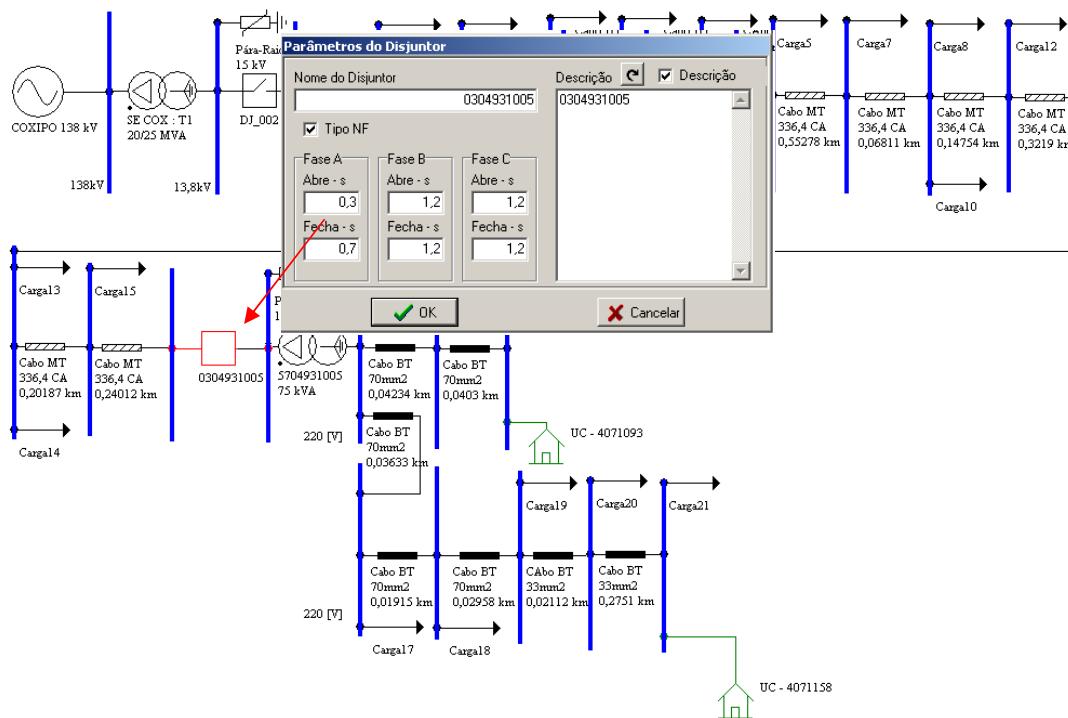


Figura 4.17- Representação do distúrbio associado com o Caso 03 – manobra monopolar da chave fusível.

Uma vez implementado o arranjo, que compreende informações desde a subestação de 138 kV até o consumidor final, o aplicativo APR gerou, para o distúrbio identificado, as tensões e correntes mostradas nas Figuras 4.18 a 4.23, respectivamente. Estas grandezas seriam aquelas manifestadas na entrada do consumidor.

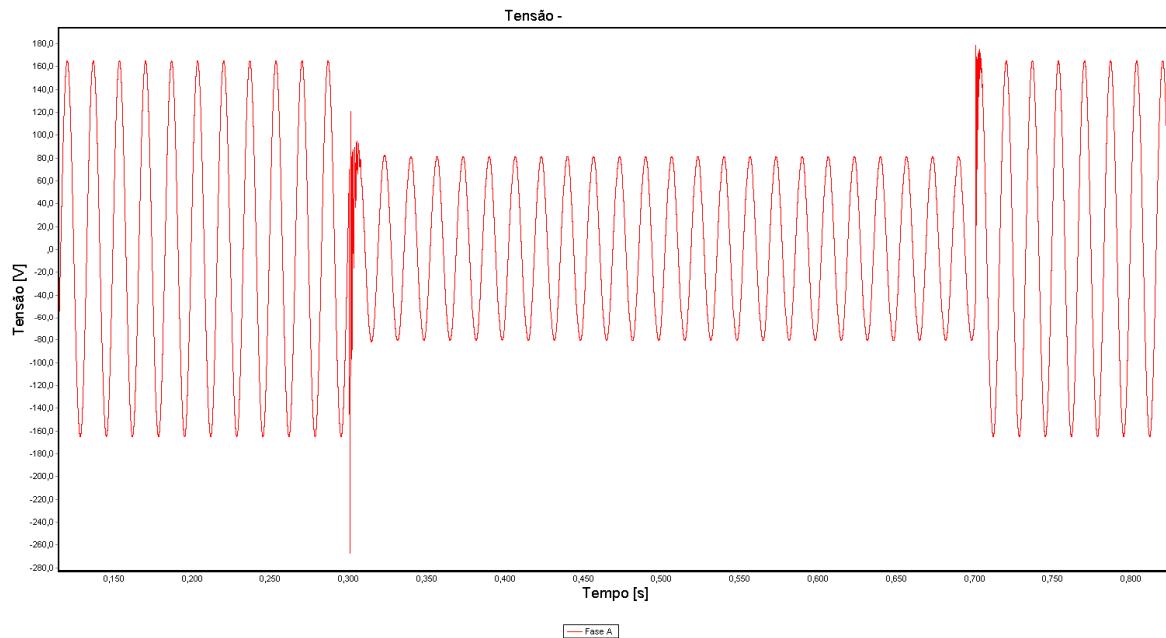


Figura 4.18 - Tensão na entrada do Microcomputador – manobra de abertura de chave monopolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 03.

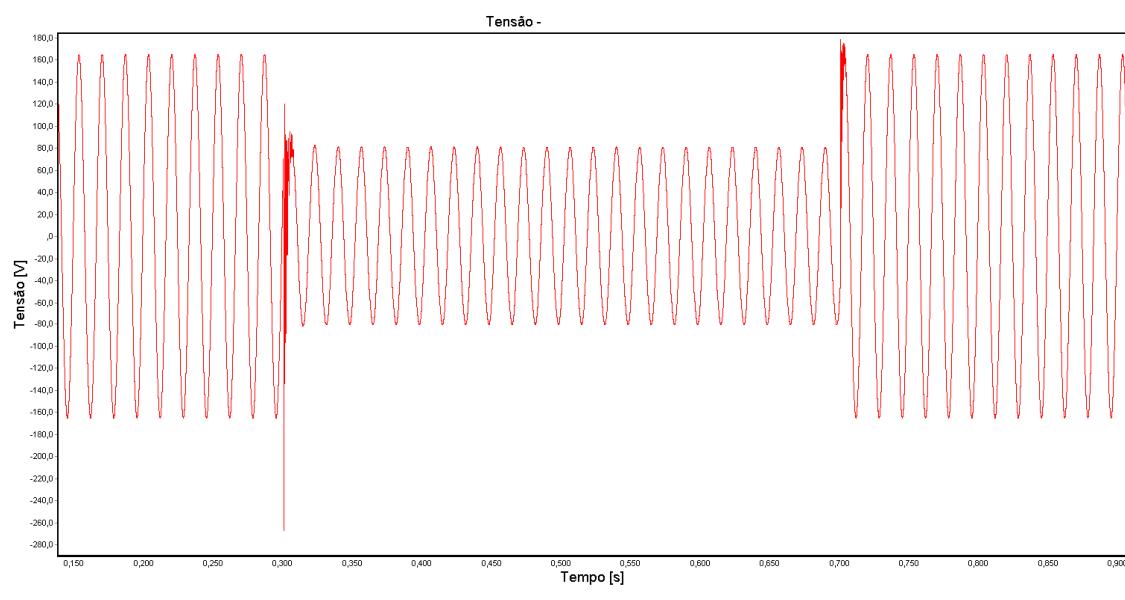


Figura 4.19 - Tensão na entrada do Telefone sem Fio – manobra de abertura de chave monopolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 03.

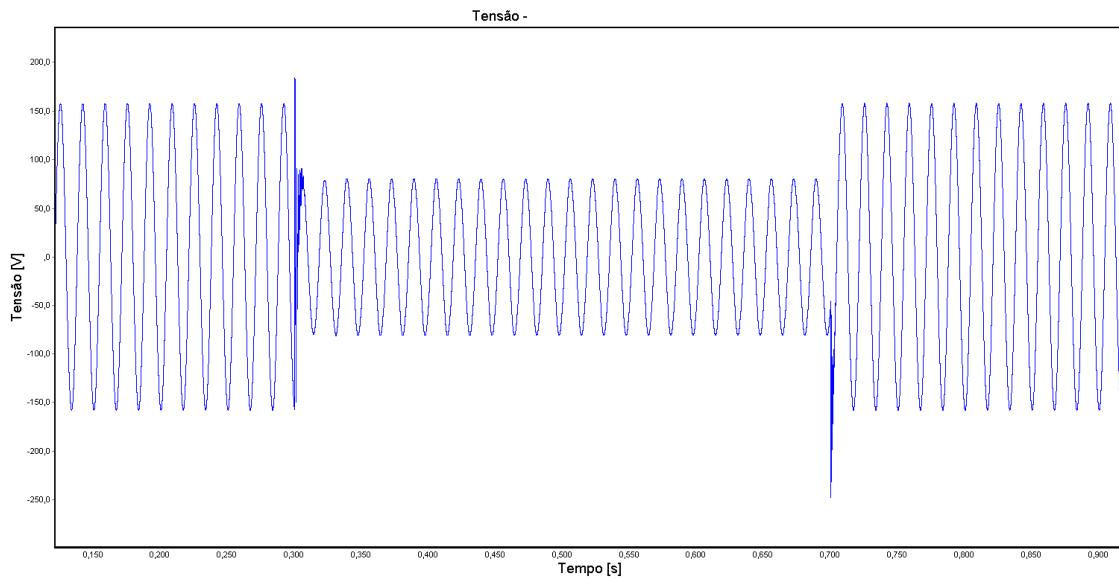


Figura 4.20 - Tensão na entrada do Aparelho de Som – manobra de abertura de chave monopolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 03.

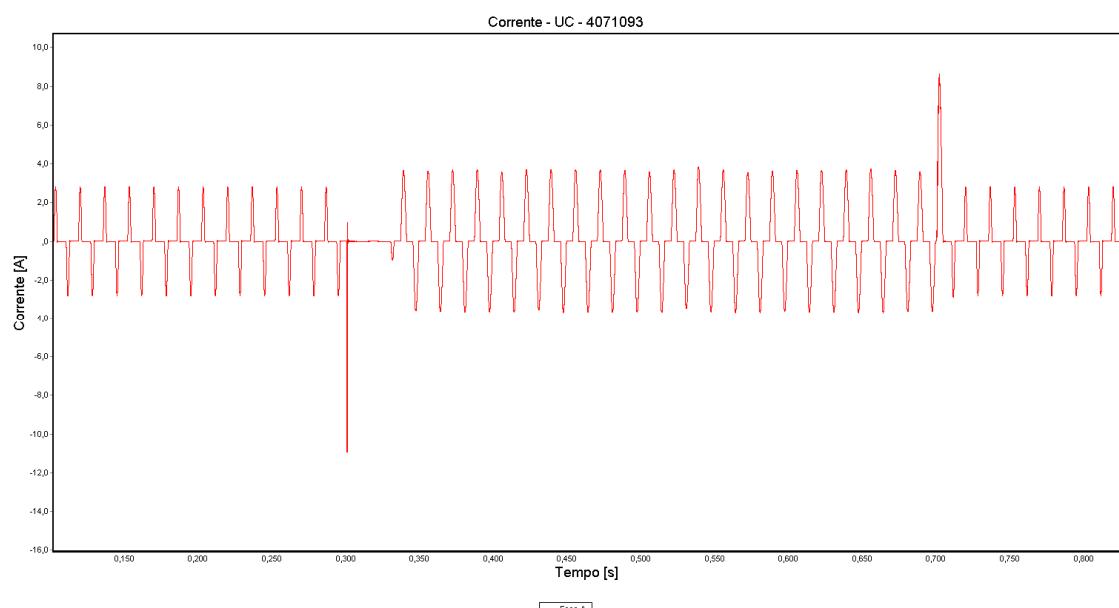


Figura 4.21 - Corrente na entrada do Microcomputador – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 03.

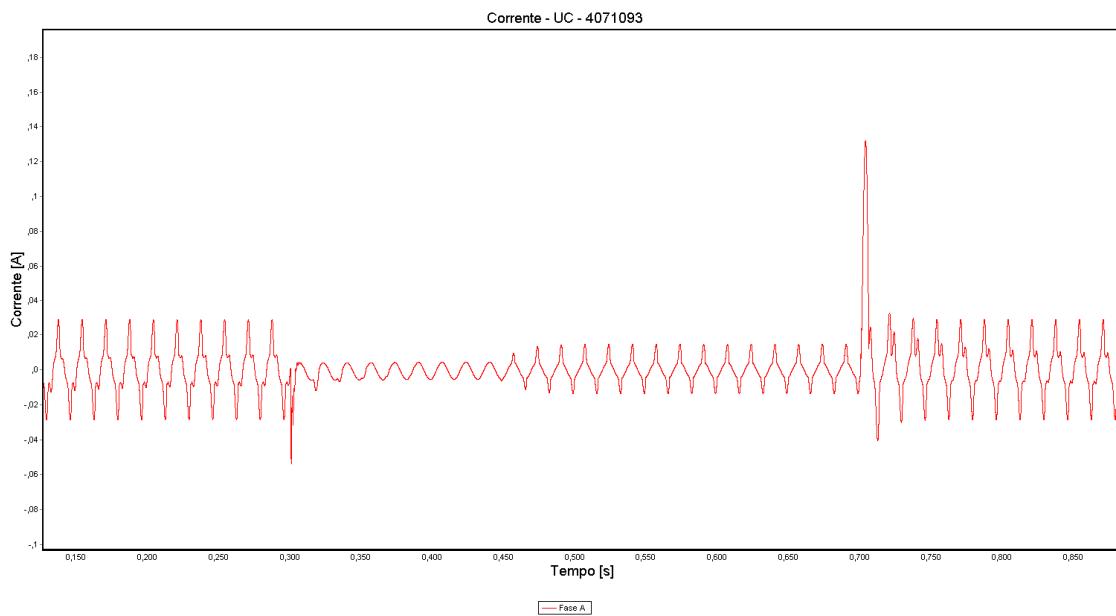


Figura 4.22 - Corrente na entrada do Telefone sem Fio – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 03.

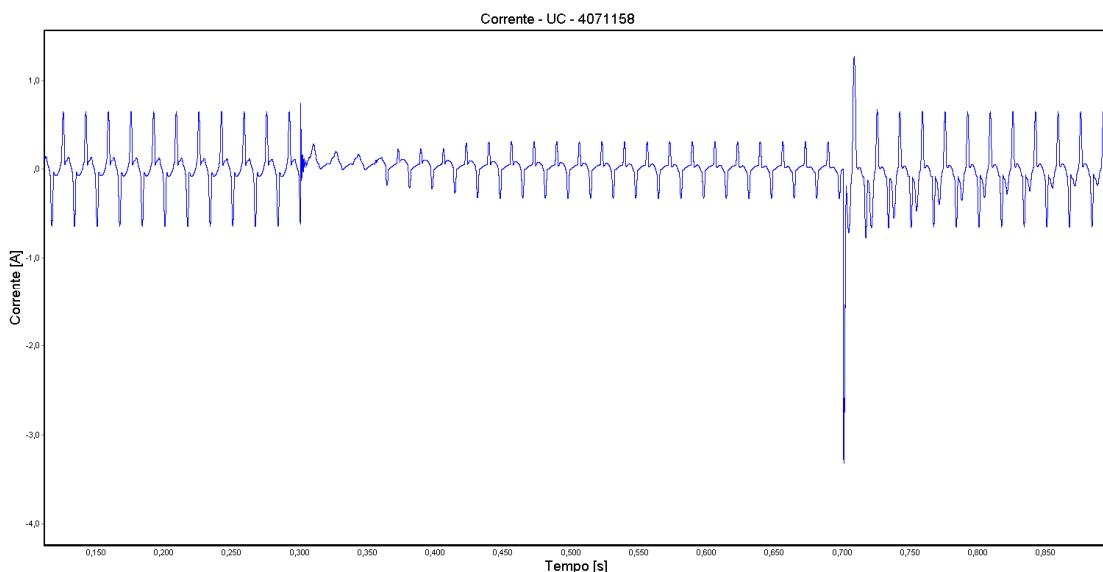


Figura 4.23 - Corrente na entrada do Aparelho de Som – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 03.

As Figuras 4.24 a 4.29 apresentam os gráficos que expressam as solicitações dielétricas e térmicas impostas aos equipamentos e associadas com o fenômeno em questão. Vale observar que o desconhecimento dos limites de suportabilidade específicos para os equipamentos orientou para a inserção de

curvas disponibilizadas pelo APR nos termos definidos pelas referencias [44] e [45], como ocorrido anteriormente.

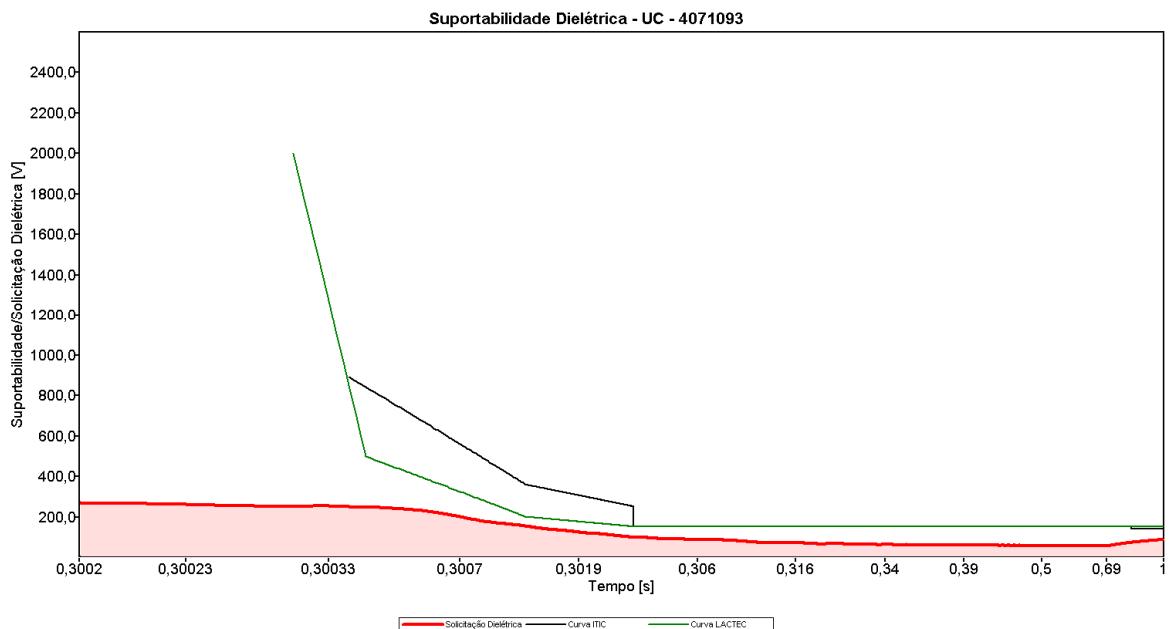


Figura 4.24 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Microcomputador.

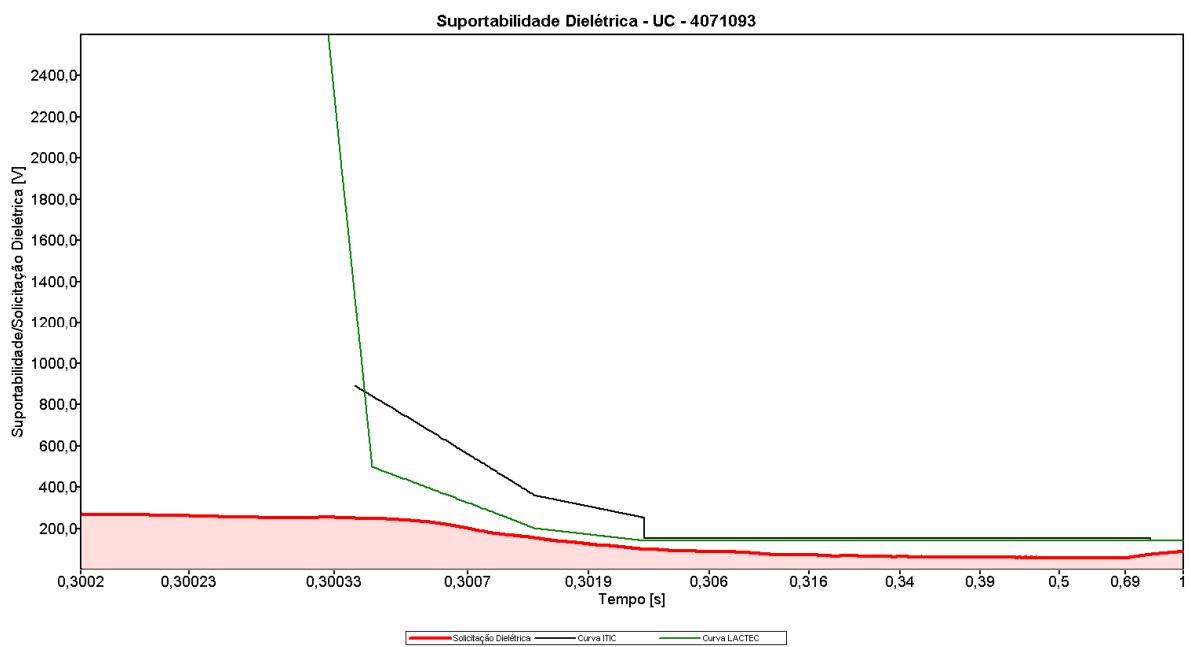


Figura 4.25 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Telefone sem Fio.

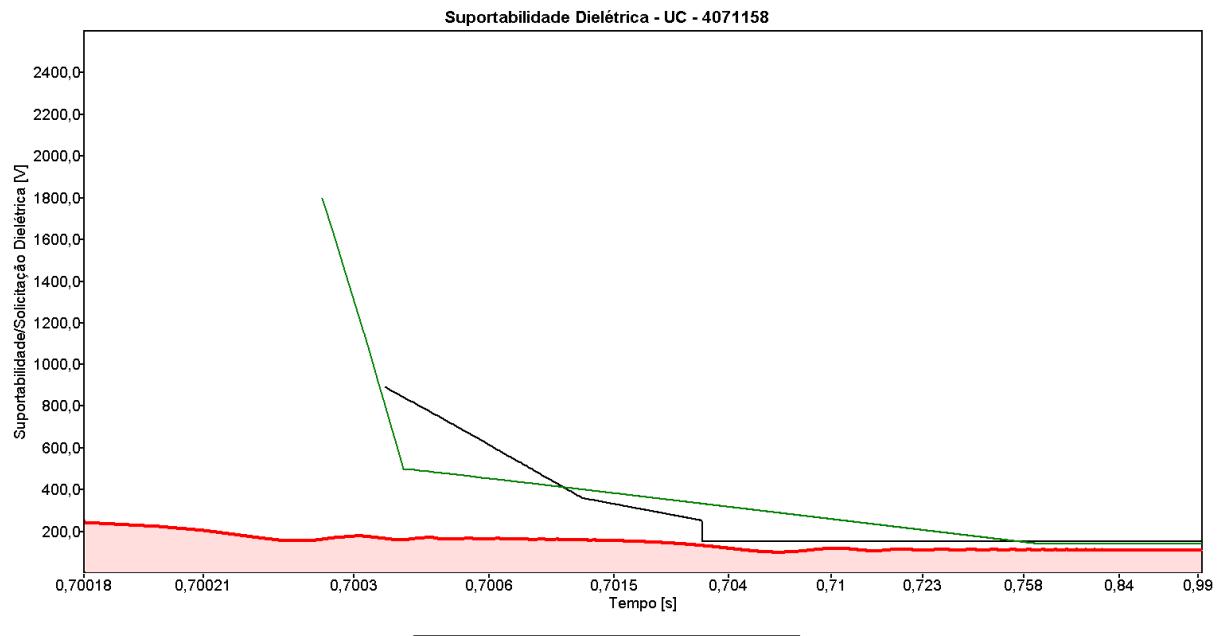


Figura 4.26 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Aparelho de Som.

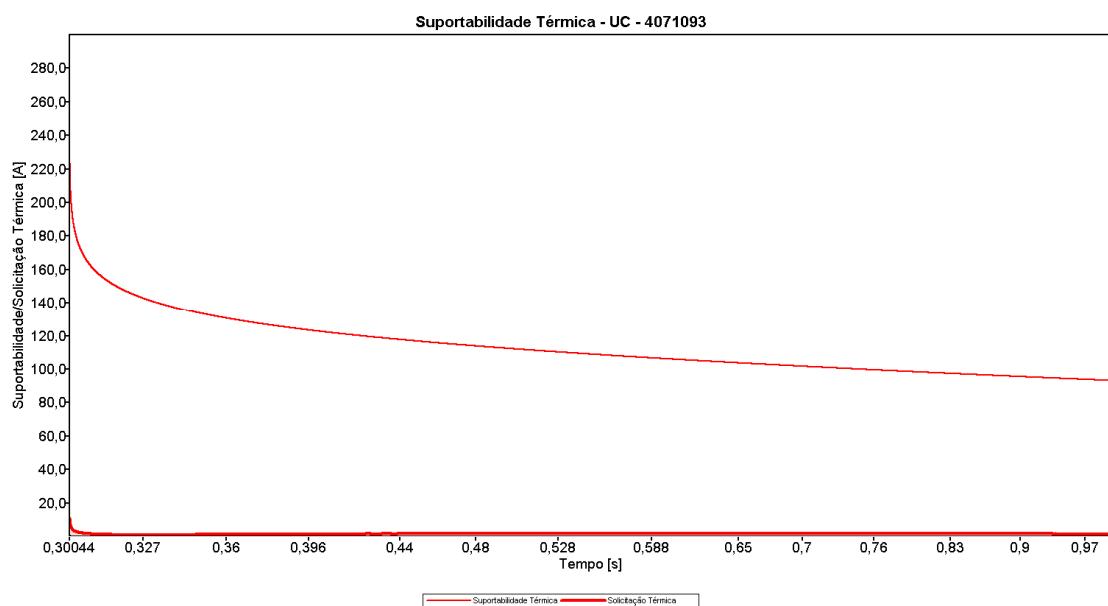


Figura 4.27 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Microcomputador.

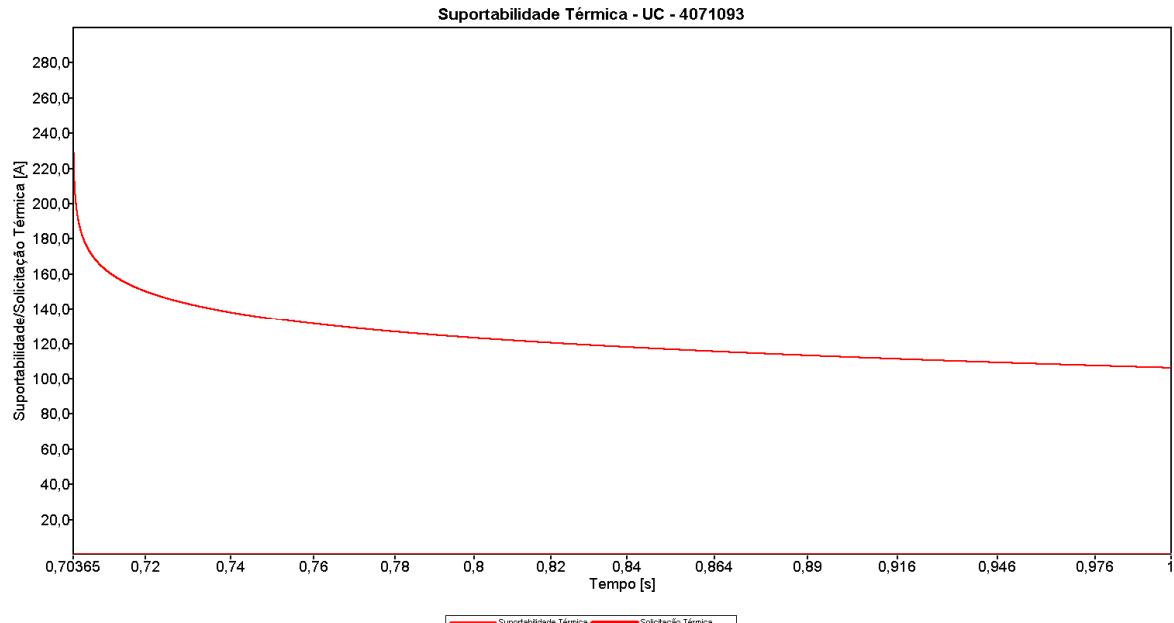


Figura 4.28 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Telefone sem Fio.

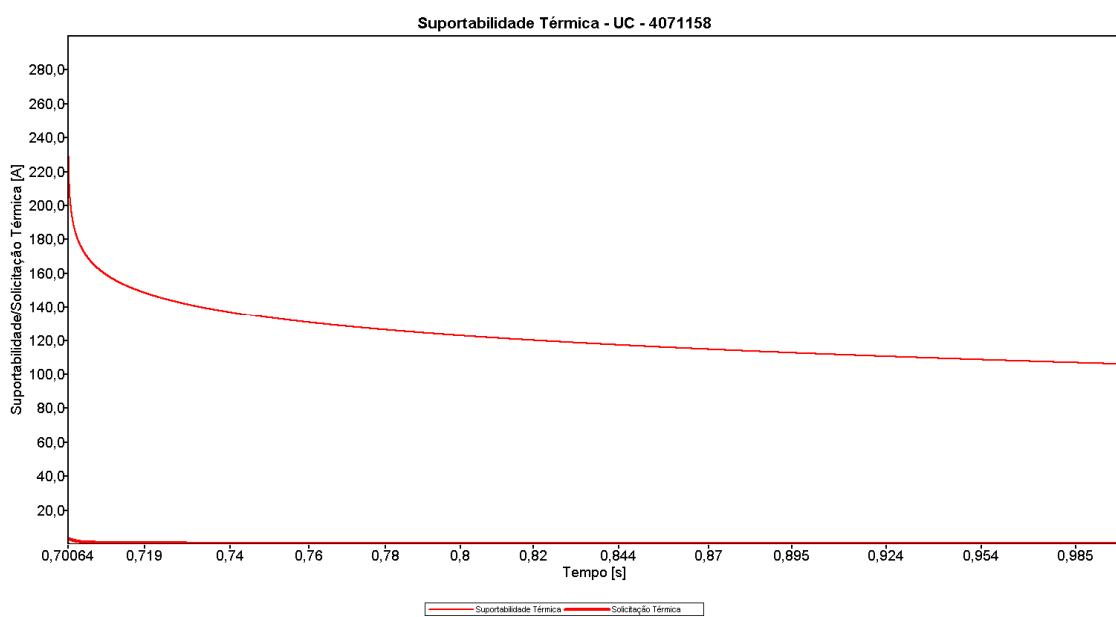


Figura 4.29 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 03 – Aparelho de Som.

Os resultados permitem constatar que:

- Não ocorreu violação dos níveis de tensão admissíveis pelos aparelhos para todos os estudos realizados. Portanto, quanto às questões dielétricas, pode-se verificar que: não há evidências da correlação entre

o ocorrido com os equipamentos reclamados e o fenômeno aqui considerado.

- Com relação à violação dos limites térmicos dos equipamentos, contatou-se, também, que os esforços impostos não seriam suficientes para causar a queima de qualquer dos produtos por sobreaquecimentos.
- Parecer final (através do APR): Solicitação improcedente.

Tendo em vista o parecer da concessionária, o qual foi favorável ao pleito, os resultados anteriores indicam divergências entre o parecer do APR e o da concessionária.

Para a presente situação, as maiores solicitações dielétricas para o microcomputador e o telefone sem fio ocorreram quando da abertura da chave, enquanto que, para o aparelho de som, o maior impacto foi encontrado na ação de fechamento.

Caso 4 – Televisor e DVD (Distúrbio: manobra monopolar)

O quarto caso examinado corresponde a uma solicitação de resarcimento por danos causados a um televisor e um DVD, os quais, à princípio, estariam vinculados com uma manobra monopolar numa chave de 13,8 kV do transformador de distribuição.

Conforme registro da concessionária, o nexo causal para o PID em questão seria atribuído ao seguinte fato:

“No dia 14-janeiro-2007, às 11h00minhs, ocorreu uma intervenção emergencial na rede, houve uma manobra monopolar no transformador de distribuição nº 5702840005 que atende a unidade consumidora do reclamante. Tal fenômeno teria ocorrido em consequência de um cabo partido na rede primária do circuito ao qual está conectado o mencionado transformador...”.

O resultado da análise técnica da concessionária foi favorável ao deferimento do processo. Quanto à argumentação utilizada para embasar tal posicionamento, o entendimento foi de que, quando da manobra monopolar, isto poderia provocar a falta de uma das fases da rede primária. Como resultado disto, na rede secundária, duas fases poderiam experimentar valores que poderiam causar os danos reclamados.

A Figura 4.30 é indicativa do arranjo físico representativo da rede primária responsável pelo suprimento do consumidor. O diagrama evidencia o complexo desde um transformador de força da subestação de 138/13,8 kV – T3, passando por uma rede de média tensão de 13,8 kV, prosseguindo através de um transformador de distribuição de 13,8 kV para 220 V, e, por fim, mostrando a rede de baixa tensão de 220/127V até a entrada do consumidor reclamante.

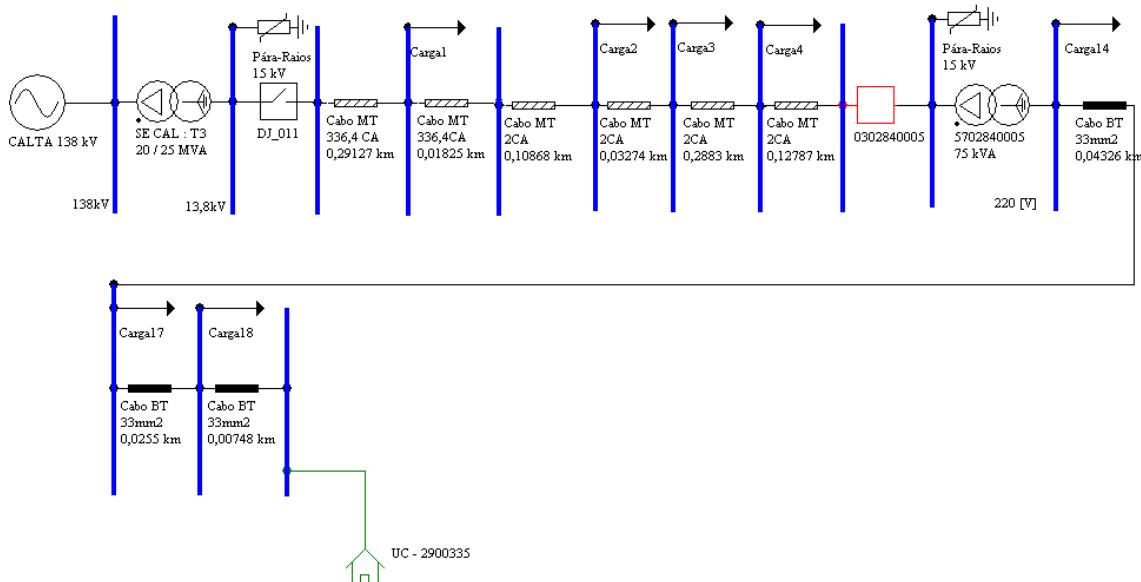


Figura 4.30- Modelagem do alimentador para o Caso 04.

A Figura 4.31 mostra o procedimento empregado para a seleção dos equipamentos envolvidos no processo de análise de consistência do pedido de indenização (televisor e DVD).

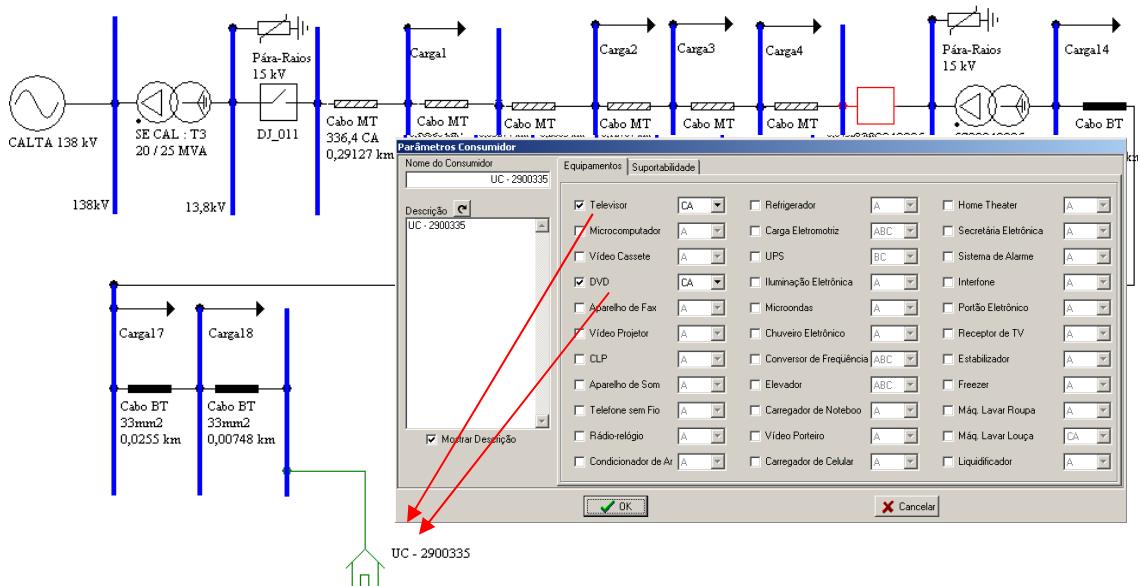


Figura 4.31 – Definição dos equipamentos contemplados na análise de consistência do pedido de resarcimento.

Os principais parâmetros exigidos para a representação do complexo elétrico no APR são fornecidos nas Tabelas 4.17 a 4.21.

Tabela 4.17 - PARÂMETROS DA FONTE DE TENSÃO – CASO 04

Parâmetro	Valor
Tensão nominal (kV)	138,0
Nível curto-circuito trifásico (kVA)	$1854\angle78,69^\circ$

Tabela 4.18 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR SE – CASO 04

Parâmetro	Valor
Tensões prim./sec. (kV)	138/13,8
Potência (MVA)	25
Reatância indutiva (%)	8,61
Resistência (%)	0,44

Tabela 4.19 - PARÂMETROS DO TRANSFORMADOR DT – CASO 04

Parâmetro	Valor
Tensões prim./sec. (kV)	13,8/0,22
Potência (kVA)	75
Reatância Indutiva (%)	3,15
Resistência (%)	1,52

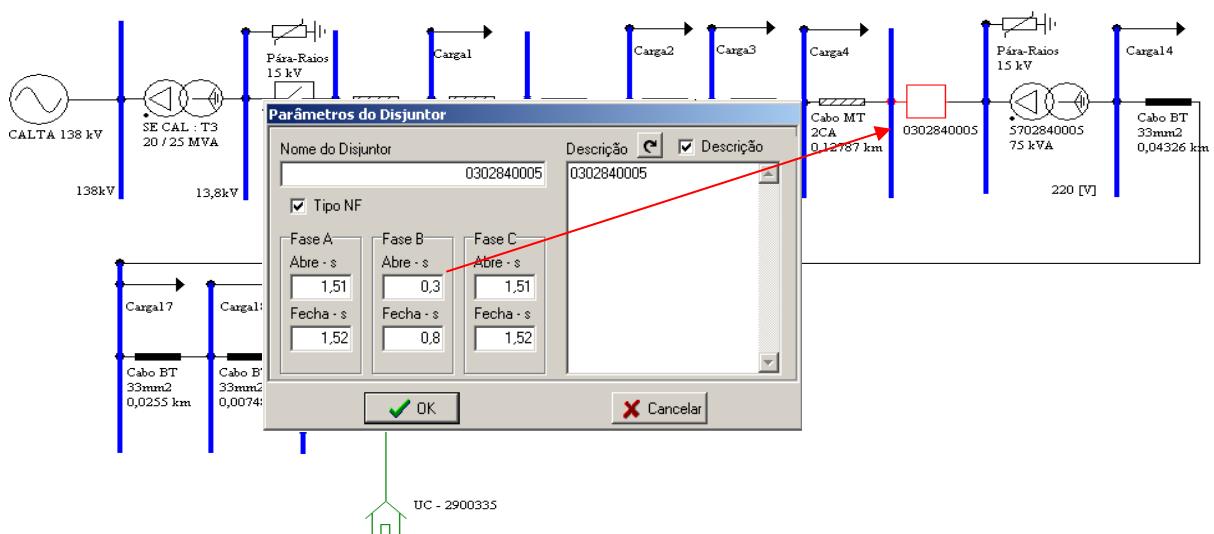
Tabela 4.20 - PARÂMETROS DOS CABOS – CASO 04

Cabo	Resistência Elétrica (Ω/km)	Reatância Indutiva (Ω/km)
MT336,4CA	0,2566	0,0566
MT 2 CA	1,0533	0,0433
BT 33mm2	1,2845	0,1942

TABELA 4.21. PARÂMETROS DA CARGA – CASO 04

Carga	Potência Ativa (kW)	Potência Reativa (kVAr)
Carga 1	2750,49	846,54
Carga 2	110,91	39,69
Carga 3	19,8	7,18
Carga 4	175,32	61,74
Carga 14	14,7	6,3
Carga 17	2,1	0,9
Carga 18	33,6	14,4

Como já mencionado, o distúrbio ocorrido na rede está relacionado com uma manobra na fase B, através da qual refletirão, no momento do defeito, impactos sobre as fases C e A, supostamente responsáveis pelo suprimento do televisor e do DVD do reclamante. De forma a representar tal situação, a Figura 4.32 evidencia a utilização de uma chave fusível para a reprodução dos fenômenos decorrentes.


Figura 4.32- Representação do distúrbio associado com o Caso 04 – manobra monopolar da chave fusível.

Uma vez implementado o arranjo o aplicativo APR resultou nas tensões e correntes mostradas nas Figuras 4.33 a 4.36, respectivamente. Os gráficos mostram o período que antecedeu o fenômeno, os instantes subsequentes a este e, por fim, o desempenho após o encerramento do distúrbio em questão.

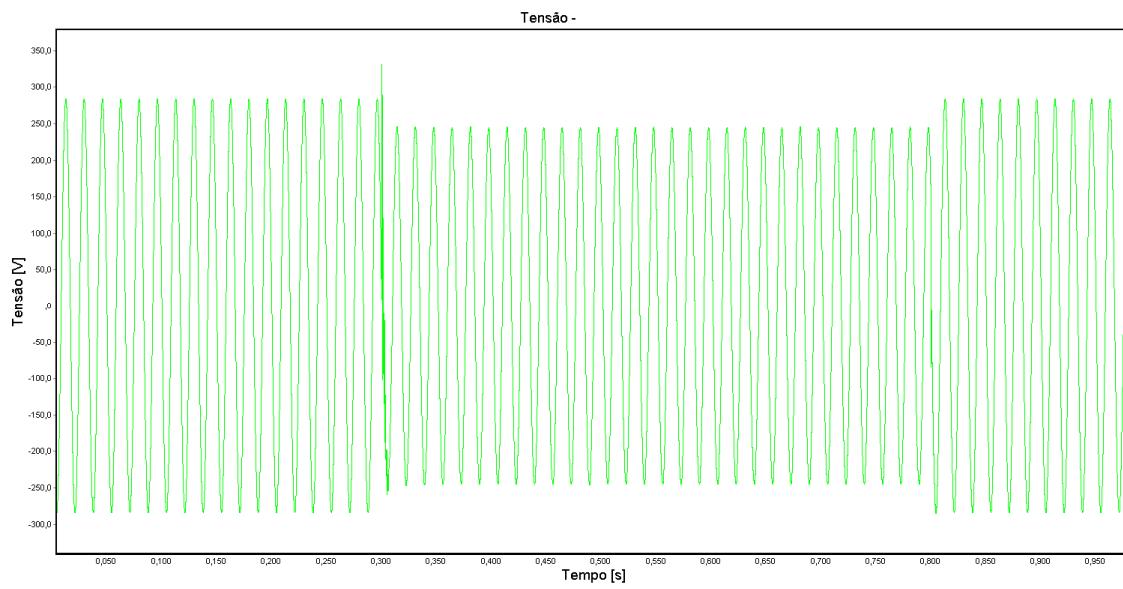


Figura 4.33 - Tensão na entrada do Televisor – manobra de abertura de chave monopolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 04.

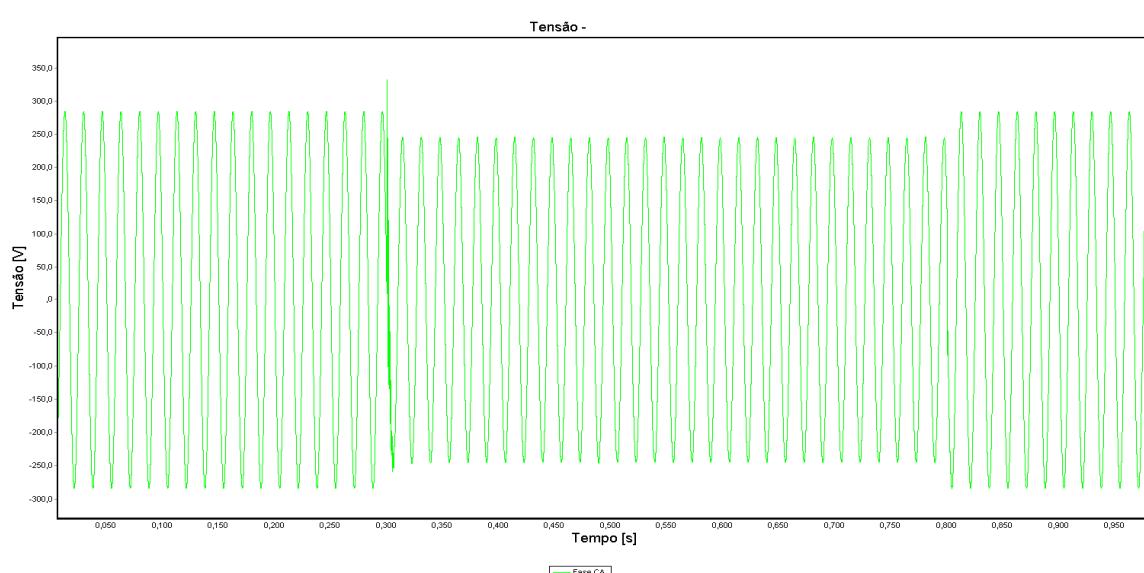


Figura 4.34 - Tensão na entrada do DVD – manobra de abertura de chave monopolar ocorrido no alimentador em 13,8kV – Caso 04.

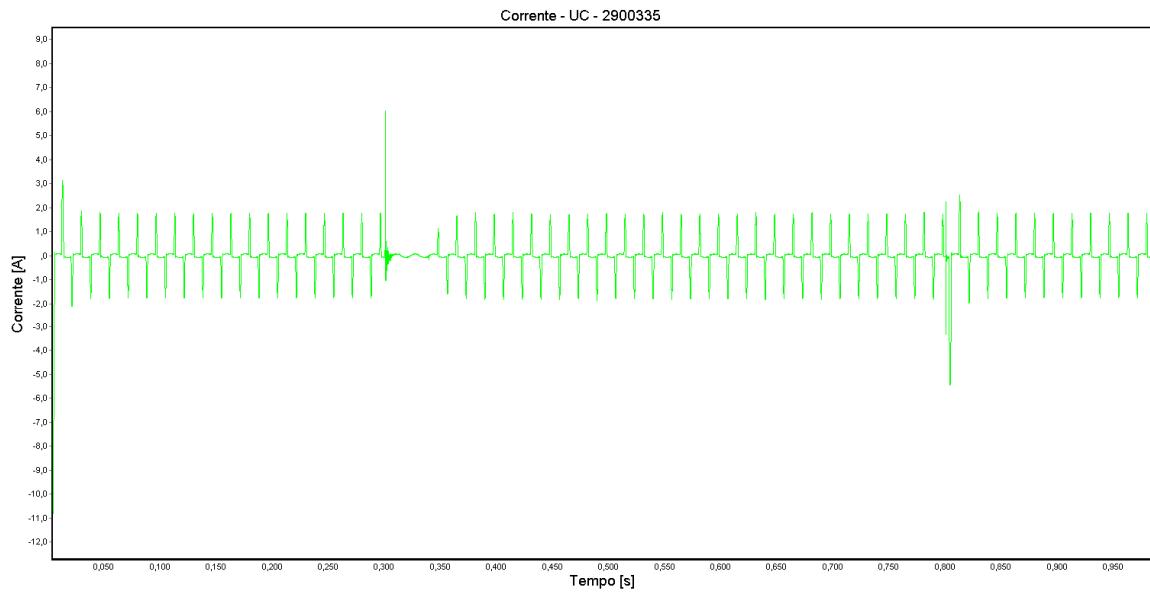


Figura 4.35 - Corrente na entrada do Televisor – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 04.

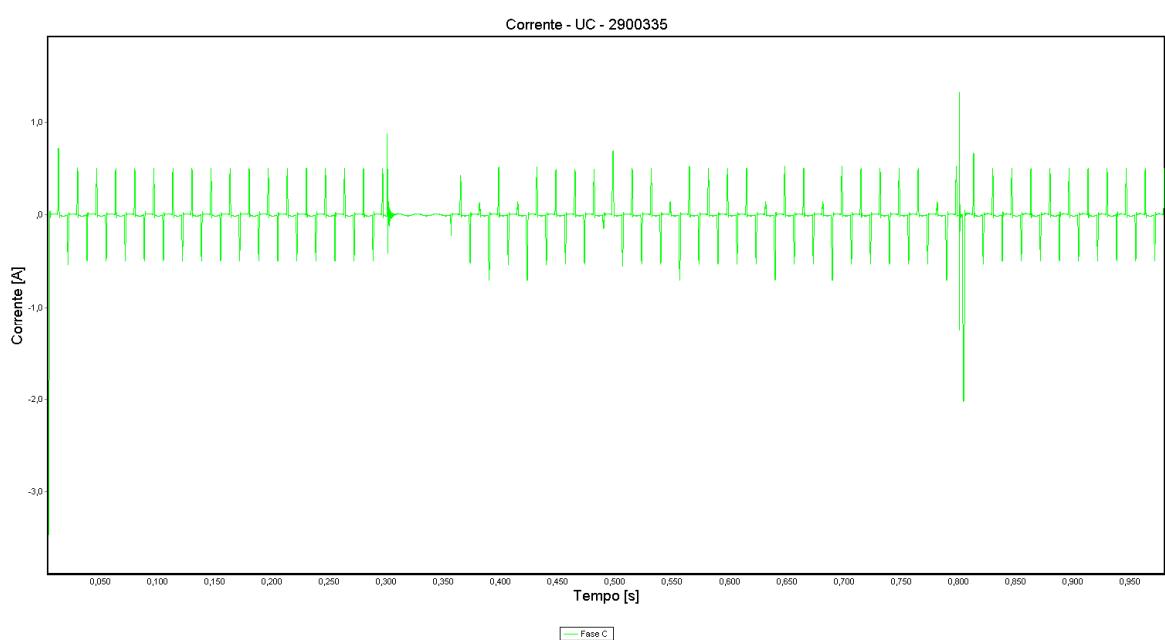


Figura 4.36 - Corrente na entrada do DVD – manobra de abertura de chave monopolar no alimentador de 13,8kV – Caso 04.

As Figuras 4.37 a 4.40 apresentam gráficos representativos das solicitações dielétricas e térmicas impostas aos equipamentos e associadas com o fenômeno supostamente responsável pelo nexo causal. Novamente, o desconhecimento dos limites de suportabilidade específicos para os equipamentos resultou na adoção de curvas disponibilizadas pelo APR nos termos definidos pelas referencias [44] e [45].

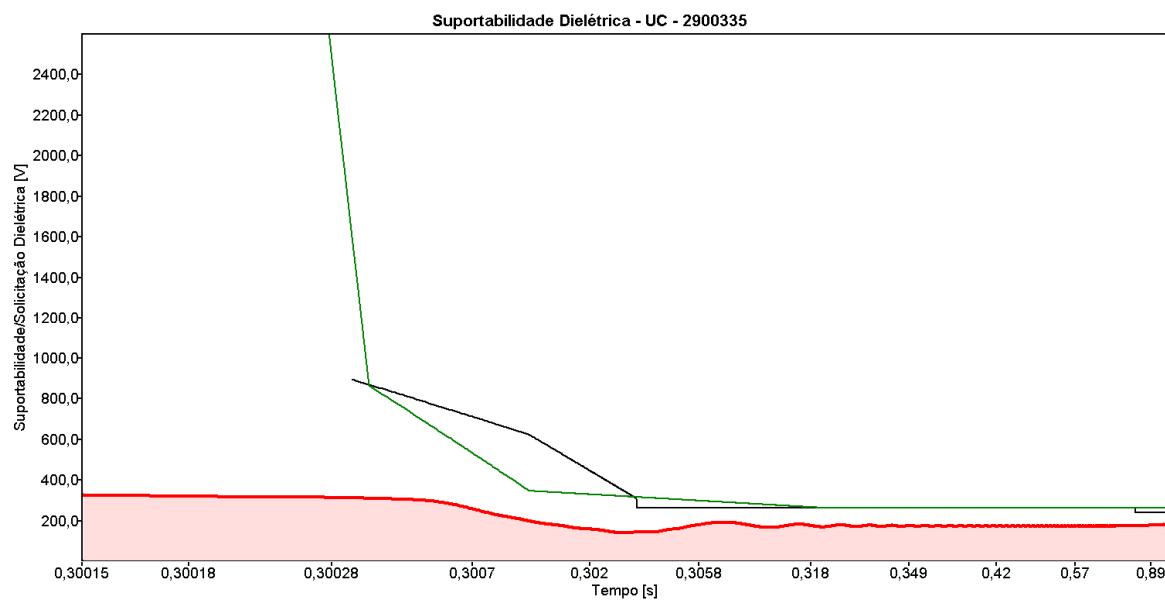


Figura 4.37 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 04 – Televisor.

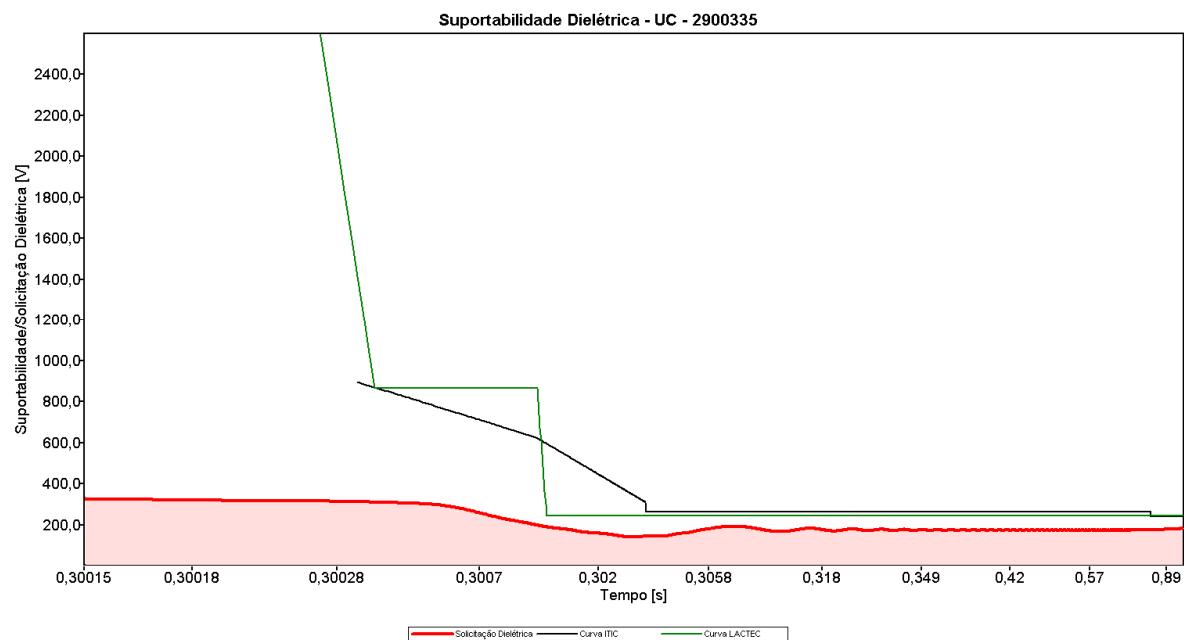


Figura 4.38 - Resultado comparativo entre os esforços dielétricos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 04 – DVD.

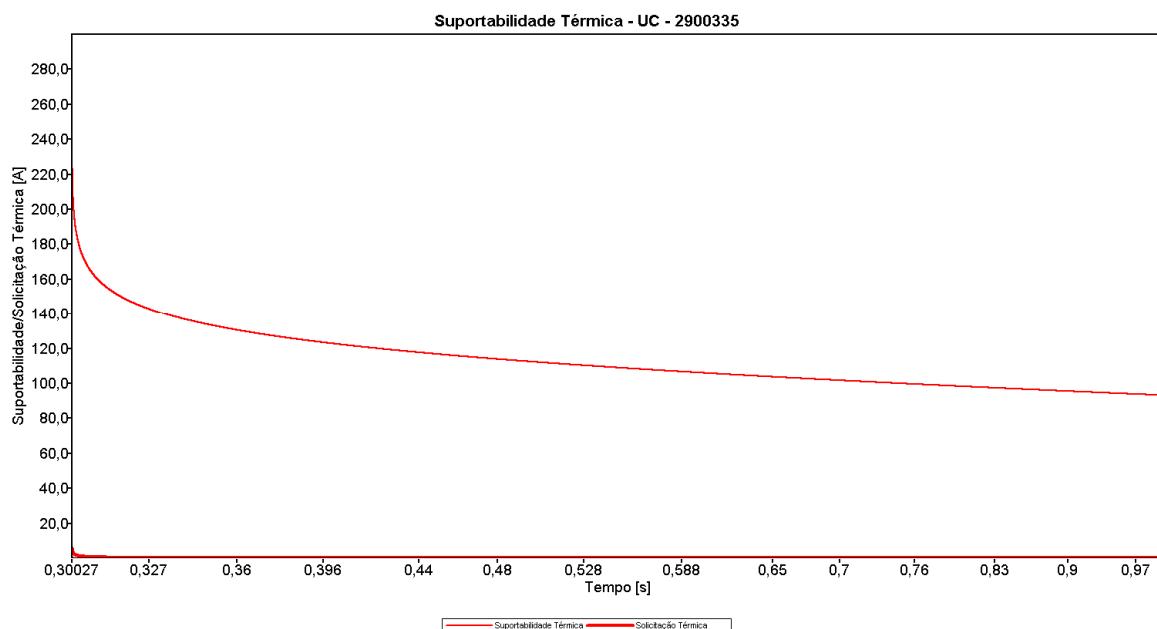


Figura 4.39 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 04 – Televisor.

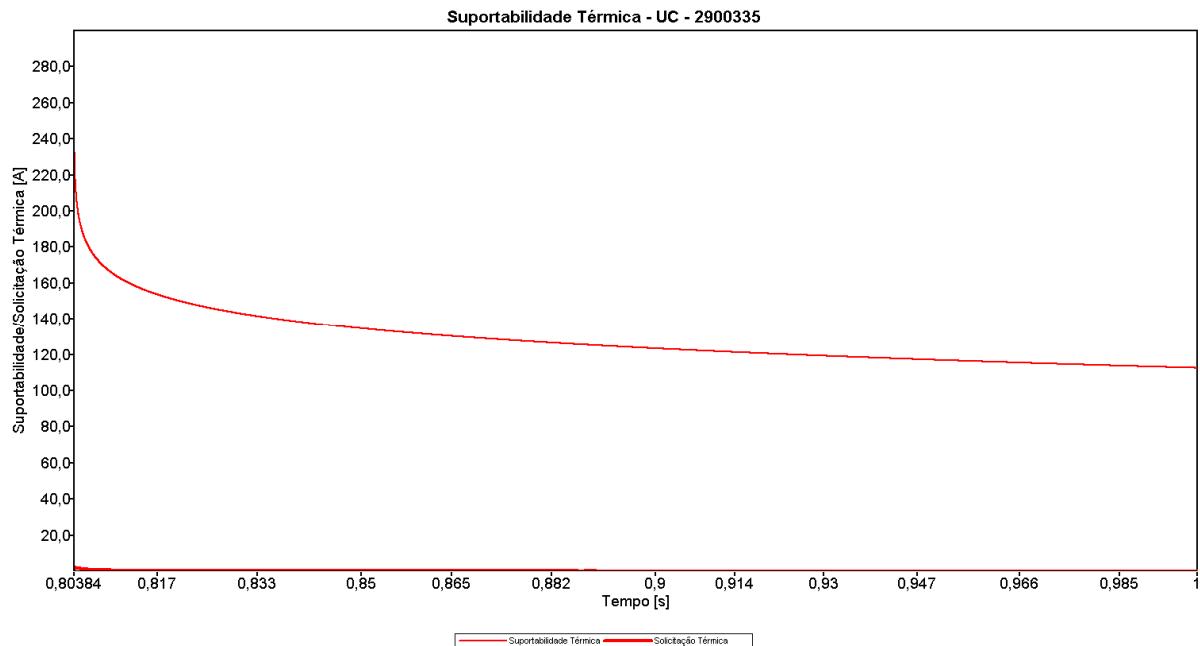


Figura 4.40 - Resultado comparativo entre os esforços térmicos calculados e os limites adotados como admissíveis – Caso 04 – DVD.

Os resultados mostrados nas últimas figuras permitem constatar que:

- Não ocorreu a violação dos níveis de tensão admissíveis pelos aparelhos. Portanto, no que se refere às questões dielétricas, os resultados computacionais indicam que: não há evidências de que o fenômeno em pauta possa ter causado danos físicos na forma de rompimento da isolação dos equipamentos.
- Com relação à violação dos limites térmicos dos equipamentos, contatou-se, também, que não há indicativos da queima por sobreaquecimentos.
- Parecer final (através do APR): Solicitação improcedente.

Neste caso houve, mais uma vez, divergência entre os indicativos do APR e o parecer da concessionária.

4.3.2 - Quadro Comparativo entre os Resultados Obtidos através do Aplicativo APR e as Decisões Tomadas pela Concessionária

Como esclarecido no inicio do presente capítulo, o número de casos constantes no banco de dados utilizado para o desenvolvimento desta dissertação comprehende um volume extremamente superior de situações que aquelas relatadas anteriormente. O motivo pela omissão dos detalhes dos estudos para cada um deles pode ser facilmente compreendido diante do fato que os procedimentos empregados seriam os mesmos e, a mera repetição dos estudos, em nada contribuiria para um melhor entendimento das etapas determinadas e seguidas até a emissão de um parecer computacional conclusivo. Não obstante tal reconhecimento, apresenta-se, através da tabela 4.22, um quadro comparativo entre os pareceres advindos dos estudos computacionais e aqueles emitidos pela empresa via procedimentos classicamente adotados (encaminhamento para oficinas autorizadas, inspeção visual, etc).

Tabela 4.21 - Resultado da simulação dos casos.

ESTUDOS DOS CASOS COM O APR						
SE/AL	FASES	Cidade	EQUIPAMENTOS DANIFICADOS	Parecer da Empresa	Parecer do APR	Total Pago R\$
001003	BCN	Cuiabá	01 Geladeira	Procedente	Procedente	350,00
001001	BCN	Cuiabá	01 Ar condicionado	Procedente	Procedente	120,00
001003	CN	Cuiabá	01 Lâmpada fl. compacta	Procedente	Procedente	16,00
001003	CN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	Improcendente	283,00
001003	CN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	Improcendente	182,00
001003	BN	Cuiabá	01 Aparelho de som , 04 Lâmpadas fl. Compactas	Procedente	Improcendente	546,00
001003	CN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	Procedente	365,82
001003	CN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	Procedente	238,00
001003	BN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	Improcendente	264,64
001003	ABN	Cuiabá	01 Micro ondas	Procedente	Procedente	68,80
001011	BCN	Cuiabá	01 TV, 01 Estabilizador	Procedente	Improcendente	243,00
001011	ACN	Cuiabá	01 Maquina de lavar	Procedente	Improcendente	358,98
001011	ABN	Cuiabá	01 CPU	Procedente	Procedente	220,00
001012	ABCN	Cuiabá	01 Monitor	Procedente	Procedente	170,00
001016	BCN	Cuiabá	01 Video cassete	Procedente	Improcendente	250,00
001016	BCN	Cuiabá	01 DVD	Procedente	Improcendente	120,00
001019	ABN	Cuiabá	01 Televisão	Procedente	Improcendente	155,00
001019	ABN	Cuiabá	01 Ar condicionado	Procedente	Procedente	957,00
006003	ABN	Cuiabá	01 Geladeira, 01 TV	Procedente	Procedente/ Improcendete	320,00
006004	ABN	Cuiabá	01 TV	Procedente	Improcendente	535,78
006006	ABN	Cuiabá	01 Televisor	Procedente	Procedente	232,00
006007	ABN	Cuiabá	01 TV , 01 Ventilador	Procedente	Procedente	135,00

ESTUDOS DOS CASOS COM O APR						
010002	BN	Cuiabá	01 Aparelho de som	Procedente	Procedente	273,00
010002	AN	Cuiabá	01 Micro Computador , 01 Aparelho Telefone Sem Fio	Procedente	Improcendente	241,34
010002	BN	Cuiabá	01 Micro System	Procedente	Improcendente	201,00
010002	ABCN	Cuiabá	01 Máquina de Lavar, 01 Microsistem	Procedente	Procendente/ Improcendete	276,40
010004	ABN	Cuiabá	01 Geladeira	Procedente	Procedente	858,45
010011	CN	Cuiabá	01 Geladeira	Procedente	Procedente	561,00
045008	ABN	Cuiabá	01 TV, 05 Lampadas compactas	Procedente	Procedente	688,29
056001	AN	Cuiabá	Aparelho de som	Procedente	Improcendente	537,82
056003	ABN	Cuiabá	04 Lâmpadas fl. compacta, 01 TV	Procedente	Improcendente	64,00
056003	ABN	Cuiabá	01 Microondas	Procedente	Improcendente	88,64
056003	ABN	Cuiabá	01 Microondas, 01 Telefone sem fio, 01 Lâmpada compacta	Procedente	Improcendente	84,00
056004	CN	Cuiabá	01 Geladeira	Procedente	Procedente	517,00
087011	ACN	Cuiabá	01 TV, 01 DVD	Procedente	Improcendente	422,34

Resumindo, dos 35 casos, correspondendo a 56 equipamentos eletroeletrônicos selecionados para as investigações conduzidas nesta dissertação, 32 produtos, no entender no APR, teriam sido resarcidos sem a existência de um nexo causal atribuído a anomalias manifestadas nas redes de suprimento. Isto posto, fica evidenciado que os pareceres emitidos pelo APR e as decisões tomadas pela empresa, conduziram a uma discordância para aproximadamente 57% dos casos analisados através das alternativas computacionais e tradicionais.

Um ponto que merece destaque refere-se ao fato que, as simulações realizadas pelo APR e associadas com ocorrências advindas de desligamentos

tripolares do disjuntor das subestações, conduziram, para a maioria dos casos (60%), a um desempenho tal que os equipamentos submetidos a este distúrbio se mostram susceptíveis ao rompimento da sua isolação. Também, os trabalhos realizados revelaram que distúrbios atrelados com manobras monopolar, a não ser pelo fato que o consumidor esteja localizado muito próximo do ponto de manifestação do distúrbio, de um modo geral, não apresentaram grandes probabilidades de produzir efeitos dielétricos nocivos aos produtos.

Por fim, os desenvolvimentos detalhados ao longo deste capítulo enfatizaram, em detalhes, os procedimentos e as potencialidades oferecidas pelo aplicativo APR no processo de avaliação das solicitações de resarcimento por perdas e danos requeridos pelos consumidores. Também, a necessidade de algumas considerações simplistas, a exemplo da adoção de curvas de suportabilidade advindas de equipamentos eletrônicos para outros produtos, deixou claro que, o assunto relacionado com a consolidação do processo computacional para os fins aqui almejados ainda é merecedor de maiores investigações.

4.4 Considerações Finais

Este capítulo concentrou-se na realização de estudos investigativos associados com o processo avaliativo de pedidos de indenização por danos em equipamentos eletroeletrônicos, em que pese à correlação entre os pareceres emitidos pela concessionária e os indicativos apontados pelo APR.

Para a definição do universo de situações práticas utilizou-se de um conjunto PID's ocorridos durante o ano de 2007, o qual totalizou 998 casos, todos ocorridos na cidade de Cuiabá. Destes, 417 foram considerados como improcedentes, 460 como procedentes e 121 cancelados pelos próprios reclamantes ou por outros motivos.

Diante do grande número de situações houve, por motivos compreensíveis, a necessidade de otimizar o campo de estudos. Assim procedendo, foram selecionados para modelagem, análise e discussão, apenas 35 PID's para compor as bases do presente capítulo. Estes envolveram 5 subestações, 18 alimentadores e uma diversidade de equipamentos eletrônicos danificados, portanto, uma expressiva gama de casos representativos da rede da CEMAT.

Com base nas informações oferecidas pelo APR, estabeleceu-se, por fim, os resultados obtidos para os trabalhos aqui relatados. Os desempenhos obtidos para cada uma das situações investigadas na amostra evidenciaram que, para 32 deles, ou seja, 57% do total, o aplicativo computacional emitiu um parecer divergente das respostas oferecidas através dos métodos clássicos de análise utilizados pela concessionária focada nos estudos. Portanto, apenas 24 equipamentos analisadas (43% do total considerado) se apresentaram com pareceres concordantes entre os indicativos do APR e os procedimentos convencionais da concessionária.

No corpo do texto descritivo das atividades realizadas e que compõem a essência deste capítulo foram detalhados, dos 35 pedidos avaliados, apenas 4. Estes foram:

- Caso 1 - PID vinculado com um condicionador de ar;
- Caso 2 - PID atrelado com um refrigerador;
- Caso 3 - PID envolvendo três eletrodomésticos: um microcomputador, um telefone sem fio e um aparelho de som;
- Caso 4 - PID relacionado com um televisor e um DVD.

Dentre os motivos que levaram a seleção e detalhamento destes casos ressalta-se que, para duas das situações investigadas, houve concordância entre os pareceres da empresa e os indicativos do APR, enquanto que, para outros dois pedidos houve posicionamentos distintos entre os dois mecanismos.

Naturalmente, há de se reconhecer que os casos avaliados constituem-se em uma pequena amostra de um universo caracterizado por uma base de dados extremamente grande dentro do contexto da empresa contemplada nos estudos e, ainda, de forma mais abrangente, das distribuidoras que perfazem o complexo nacional das empresas envolvidas com os consumidores finais. Diante deste quadro, fica reforçada a necessidade de uma maior difusão, utilização e avaliação de desempenho do aplicativo computacional desenvolvido e aqui empregado, até que este recurso possa se apresentar como uma opção confiável, segura e aceita pelos diversos seguimentos envolvendo empresas concessionárias, consumidores, órgãos reguladores, instituições voltadas para a proteção do consumidor, fóruns jurídicos, dentre outros. Somente assim, após exaustivos trabalhos, o software aqui descrito e empregado atingirá a necessária credibilidade técnica e jurídica para a tão controversa e crescente área envolvendo a emissão de pareceres conclusivos sobre os PID's.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES GERAIS

Muito embora ao longo de cada capítulo tenha-se apresentado as principais considerações, comentários e constatações para os temas específicos tratados naquelas unidades tornam-se relevante, neste momento, apresentar uma síntese dos principais pontos observados, contribuições feitas e constatações realizadas nos estudos contemplados nesta dissertação.

Neste sentido, vale observar que o cerne do Capítulo I foi direcionado a uma contextualização do tema central desta pesquisa, com destaque a apresentação de uma síntese dos principais documentos bibliográficos encontrados, e ainda, o estado da arte sobre a pesquisa em pauta, as contribuições desta dissertação e a estrutura organizacional do trabalho.

De uma forma geral, os desenvolvimentos realizados no Capítulo II, de cunho mais informativo, apresentaram um resumo dos resultados de uma extensa revisão bibliográfica sobre os temas diretamente afeitos à presente pesquisa. Neste particular, visando consubstanciar o leitor com aspectos mais amplos sobre a área, foram contemplados assuntos como: legislação aplicável, tipos e características dos consumidores alimentados pelas redes de distribuição, discussões sobre os indicadores de qualidade da energia elétrica, fenômenos

responsáveis por anomalias operativas dos complexos elétricos, análise da correlação causa e efeitos para distúrbios típicos, etc.

Dentre os principais pontos considerados nesta unidade da dissertação destacam-se questões como:

- Apresentação de uma visão panorâmica sobre a regulamentação aplicável ao setor elétrico nacional;
- Análise de questões diretamente afeitas aos objetivos desta dissertação em que pese temas como: classificação dos tipos de consumidores envolvidos em processos de PID's, principais aspectos vinculados com a área da qualidade da energia elétrica e, por fim, descrição de um conjunto de situações operativas anômalas das redes de distribuição e seus conseqüentes efeitos e impactos sobre os fenômenos manifestados até o ponto de conexão do consumidor final.
- Considerações acerca da Resolução vigente 061/2004, a qual estabelece as disposições relativas ao resarcimento de danos elétricos em equipamentos eletroeletrônicos presentes nas unidades consumidoras. Complementarmente, foram destacados pontos vinculados com alterações de conteúdo deste documento, ocorrido em 2009, quando, então, a resolução anterior foi modificada visando uma maior agilidade para os processos de análise e deliberação processo. Isto, como mencionado, conduziu a Resolução Normativa nº 360 e a 414, atualmente em vigor.

O Capítulo III, por sua vez, foi centrado no software utilizado para os trabalhos investigativos aqui realizados, os quais, como esclarecido, foram totalmente fundamentados no emprego do aplicativo APR. Tendo em vista que este produto corresponde a um programa computacional advindo de um grande conjunto de trabalhos passados, a idéia central foi de oferecer, tão apenas, uma

visão global sobre o software sem, todavia, tecer maiores comentários sobre suas particularidades relativas a concepção, princípios e outros aspectos desta natureza. De um modo pontual, foram destacados os principais aspectos elucidativos sobre a potencialidade do aplicativo, forma de utilização, recursos disponibilizados e outras questões voltadas para sistematizar, de forma didática, o software empregado para as pesquisas avaliativas aqui contempladas e direcionadas, especificamente, ao estabelecimento de meios para um processo de validação da ferramenta em pauta.

O Capítulo IV, por sua vez, foi direcionado à realização de estudos investigativos destinados ao cumprimento de uma primeira etapa de um processo de validação do software desenvolvido para fins da emissão de pareceres sobre PID's. A idéia central, como informado ao longo do texto, consiste, fundamentalmente, numa análise comparativa entre os indicativos do software e os pareceres emitidos por uma empresa concessionária de energia elétrica. Portanto, a base dos estudos foi alicerçada em casos reais extraídos de um banco de dados da empresa CEMAT.

Para a definição do universo de situações práticas utilizou-se de um conjunto PID's ocorridos durante o ano de 2007. Durante este ano foram contabilizados 998 casos, todos ocorridos na cidade de Cuiabá. Destes, 417 foram considerados como improcedentes, 460 como procedentes e 121 cancelados pelos próprios reclamantes ou por outros motivos.

Para fins do presente trabalho foram selecionados para modelagem, análise e discussão, apenas 35 PID's. Estes envolveram 5 subestações, 18 alimentadores e uma diversidade de equipamentos eletro-eletrônicos danificados (56), portanto, uma expressiva gama de casos representativos da rede da CEMAT. Os desempenhos obtidos para cada uma das situações investigadas evidenciaram que, para 32 deles, ou seja, 57,2% do total, o aplicativo computacional emitiu um parecer divergente das respostas oferecidas através

dos métodos clássicos de análise utilizados pela concessionária. Portanto, apenas 24 equipamentos analisadas (42,8% do total considerado) se apresentaram com pareceres concordantes entre os indicativos do APR e os procedimentos convencionais da concessionária.

Naturalmente, há de se reconhecer que os casos avaliados constituem-se em uma pequena amostra de um universo formado pela empresa aqui mencionada e outras pertencentes ao complexo que forma o setor elétrico de distribuição no país. Isto evidencia a necessidade de inúmeros trabalhos investigativos, melhorias, adequações, etc. que conduzam, por fim, a um produto materializado na forma de um aplicativo computacional que se apresente como uma ferramenta confiável, segura e aceita pelos diversos seguimentos envolvendo empresas concessionárias, consumidores, órgãos reguladores, instituições voltadas para a proteção do consumidor, fóruns jurídicos, dentre outros. Somente assim, após exaustivos trabalhos, o software aqui descrito e empregado atingirá a necessária credibilidade técnica e jurídica para a tão controversa e crescente área envolvendo a emissão de pareceres conclusivos sobre os PID's.

Disto desprende que o produto apresentado e utilizado neste trabalho, muito embora represente resultados de trabalho conduzidos dentro da UFU durante os últimos 10 anos, este pode ser considerado ainda embrionário e ainda merecedor de esforços de pesquisa objetivando, dentre outros aspectos, contemplar temas como:

- Trabalhos adicionais vinculados com um aprofundamento maior do processo de validação da ferramenta através da seleção de outros bancos de dados, empresas, etc.;
- Desenvolvimento de uma interface de comunicação entre o aplicativo APR e o sistema geo-referenciamento utilizado pelas concessionárias de distribuição como a que foi considerada neste

trabalho dando assim uma maior agilidade nos casos de resarcimentos e cumprindo os prazos estipulado pela resolução;

- Obtenção de curvas de suportabilidade dos equipamentos, alicerçado em ensaios experimentais que considerem a extração dos limites físicos admissíveis pelos mesmos, bem como o seu tempo de uso;
- Inserção de outros produtos no aplicativo de forma a melhor caracterizar toda a gama de dispositivos encontrados nos complexos elétricos que totalizam o universo dos consumidores;
- Desenvolvimentos direcionados para correlacionar o software aqui focado com as questões jurídicas atreladas com o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível online em: “<http://www.Aneel.gov.br>”, acessado em março de 2008.
- [2] DUGAN R. C., MCGRANAGHAN M. F., SANTOSO S., BEATY H. W., “Electrical power systems quality”, 2nd ed., McGraw-Hill, Nova York, 2003.
- [3] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução 395, “Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica”, 15 de dezembro de 2009.
- [4] TAVARES, C. E., “Uma Proposta Computacional para a Análise Técnica da Consistência de Pedidos de Ressarcimento por Danos em Equipamentos”, tese de doutorado, UFU, Uberlândia/MG, maio de 2008.
- [5] GONDIM, Isaque Nogueira ; MENDONÇA, Marcus Vinícius Borges ; TAVARES, Carlos Eduardo ; OLIVEIRA, José Carlos de ; Chaves, M. L. R. ; Bacca, I. A. . Uma proposta de modelagem de máquinas de lavar roupas na plataforma ATP para estudos de desempenho sob condições não ideais de suprimento.. In: VIII Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica, 2009, Blumenau - SC. VIII Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica, 2009.
- [6] DUGAN, ROGER C. & OUTROS, “Eletrical Power Systems Quality”, McGraw Hill, 1996.

- [7] CORNICK, K. J., LI, H. Q., “Power Quality and Voltage Dips: Problem, Requirements, Responsibilities”, Proceedings of the 5th International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management, APSCOM 2000, pp 149 – 156, Hong Kong, Outubro 2000.
- [8] REID, W. EDWARD, “Power Quality Issues – Standards Guidelines”, IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 32, pp 625 – 632, May/June 1996.
- [9] PQTN Brief 39: “Ride-trough Performance of Programmable Logic Controllers”, EPRI Power Electronics Applications Center, Knoxville, TN, november 1996.
- [10] IEEE “Recommended for Emergency and Stand-by Power Systems for Industrial and Comercial Applications”, Std. 446 IEEE Orange Book, 1995
- [11] SMITH, J. C., LAMOREE, J., VINETT, P., DUFFY, T. AND KLEIN, M., “The Impact of Voltage Sags on Industrial Plant Loads”, Int. Conf. Power Quality: End-use applications and perspectives (PQA-91), pp. 171 – 178.
- [12] RIBEIRO, T. N., “Uma Discussão dos Critérios e Normas Relativas à Qualidade da Energia Elétrica”, Dissertação de Mestrado, PUC, Belo Horizonte – MG, agosto, 1998
- [13] SEKINE, Y., YAMONOTO, T., MORI, S., SAITO, N., KUROKAWA, H., “Presents State of Momentary Voltage Dip Interferences and the Countermeasure in Japan”.Inc. Conf. On Large Eletric Networks (CIGRE), 34th Session 1992, Paris, France.

- [14] ANDERSON, LISA M., Northeast Utilits, and Bowes, Kenth B., “The Effects of Power Line Disturbances on Consumer Eletronic Equipment”, IEEE Transation on Power Delivery, vol. 5, pp. 1062 – 1065, April 1990.
- [15] SMITH, STHEPHEN B. AND STANDLER, RONALD B., “The Effects of Surges on Eletronic Appliances”, IEEE Transation on Power Delivery, vol. 7, pp. 1275 – 1282, July 1992.
- [16] ARSENEAU, R., Ouellette, M., The Effects of Supply Harmonics on the Performance of Compact Fluorescent Lamps”, IEEE Transation on Power Delivery, vol. 8, pp. 473 – 479, April 1993.
- [17] FUCHS, E. F., ROESLER, D. J. E KOVACS, K. P., Sensibility of Eletrical Appliances to Harmonics and Fractional harmonics of the Power Systems Voltage. Part: Television sets, Induction Wathour and Universal Machines”, IEEE Transation on Power Delivery, vol. PWRD-2,, pp. 1275 – 1282, April 1987.
- [18] SANTOS, A. C. D., “Desempenho de Fontes Lineares e Chaveadas no Contexto da Qualidade da Energia Elétrica”, Uberlândia – MG, UFU, Dissertação de Mestrado – Setembro, 2001.
- [19] CARVALHO, C. B., “Desempenho de Aparelho Condicionador de Ar no Contexto da Qualidade da Energia Elétrica”, Uberlândia – MG.
- [20] AZEVEDO, A. C., “Desempenho de Refrigeradores Domésticos no Contexto da Qualidade da Energia Elétrica”, Uberlândia – MG, UFU, Dissertação de Mestrado – Julho, 2002.

- [21] MAGALHÃES, R. N. “Controlador Lógico Programável no Contexto da Qualidade da Energia”, Uberlândia – MG, UFU, Dissertação de Mestrado – Julho, 2003.
- [22] TAVARES, C. E. “Modelagem e Análise de Desempenho de Equipamentos Eletroeletrônicos Diante de Distúrbios de Qualidade da Energia”, Uberlândia – MG, UFU, Dissertação de Mestrado – Maio, 2004.
- [23] BACCA, I. “Modelagem e Análise de Desempenho de Eletrodomésticos à Força-Motriz diante de Distúrbios de Qualidade da Energia ”, Uberlândia – MG, UFU, Dissertação de Mestrado – Setembro, 2008.
- [24] REDE ENERGIA – Grupo Privado do Setor Elétrico Brasileiro. Disponível online em: “[http:// www.gruporede.com.br/corporativo/sobre-a-rede-energia/institucional](http://www.gruporede.com.br/corporativo/sobre-a-rede-energia/institucional)”, acessado em maio de 2008.
- [25] REDE ENERGIA – Grupo Privado do Setor Elétrico Brasileiro. Disponível online em: “[http:// www.gruporede.com.br/cemat](http://www.gruporede.com.br/cemat)”, acessado em maio de 2008.
- [26] GIRGS, A.A. et al. Testing the performance of three-phase induction watthour meters in the presence of harmonic distortion. IEEE Transactions on Industry Applications, New York, v.26, n.4, p. 689-695, 1990.
- [27] CARULLO, A.; PARVIS, M. Power meter for highly distorted three-phase systems. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, New York, v.46, n.3, p. 1262-1267, 1997.

- [28] SASDELLI, R. et al. Revenue metering in the presence of distortion and unbalance: myths and reality. International Conference on Harmonics and Quality of Power, p. 42-47, 1998.
- [29] MAKRAN, E.B.; WRIGHT, L. C.; GIRGIS, A. A. A harmonic analysis of the induction watthour meter's registration error. IEEE Transaction on Power Delivery, New York, v.7, n.3, p.1080-1088, 1992.
- [30] SHEN, J. J.; JONH, V. I. An induction watthour meter theoretical model for harmonic loading conditions. IEEE Transaction on Power Delivery, New York, v.23, p.441-444, 1993.
- [31] JUCÁ A. S., “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.
- [32] CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Disponível online em: “<http://www.ccee.org.br>”, acessado em março de 2008.
- [33] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 456: Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. Brasília, de 29 de novembro de 2000.
- [34] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução 246: Condições para enquadramento na subclasse residencial Baixa Renda da unidade consumidora com consumo mensal inferior a 80 kWh. Brasília, de 30 de Abril de 2002.

- [35] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução 485: Regulamenta o disposto no decreto nº 4336. Brasília, de 29 de Agosto de 2002.
- [36] CIPOLI, J. C., “Engenharia de Distribuição: Qualitymark”, Rio de Janeiro/RJ, Janeiro de 1993.
- [37] ABNT NBR 5410 – Norma Brasileira de Instalações Elétricas de Baixa Tensão, 2^a Edição, 30/09/2004.
- [38] G1– Site da Emissora de Televisão Globo. Disponível online em: “<http://g1.globo.com/jornal-hoje/>”, acessado em novembro de 2009.
- [39] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica - Resolução Normativa N° 61, de 29 de Abril de 2004.
- [40] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica - Resolução Normativa N° 360, de 14 de Abril de 2009.
- [41] TAVARES C. E., "Modelagem e Análise de Desempenho de Equipamentos Eletroeletrônicos diante de Distúrbios da Qualidade da Energia – Enfoque: Televisores, VCR's e Som", dissertação de mestrado, UFU, Uberlândia/MG, maio de 2004.
- [42] SANTOS A. C. D., “Desempenho de Fontes Lineares e Chaveadas no Contexto da Qualidade da Energia Elétrica”, dissertação de mestrado, UFU, Uberlândia/MG, setembro de 2001.
- [43] PENICHE R. A., "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, UFU, Uberlândia/MG, maio de 2004.

- [44] ITIC (CBEMA) Curve Application Note. Disponível online em: “<http://www.itic.org/archives/iticurv.pdf>”, acessado em janeiro de 2007.
- [45] TEIXEIRA M. D., ARAÚJO R. L., ARDJOMAND L. M., AOKI A. R., QUOIRIN N. S. R., WUNDERLICH I., “Acceptable Power Quality Limits to Avoid Damages in Appliances”, WSEAS Transactions on Circuits and Systems, Issue 5, vol. 4, maio de 2005.
- [46] HERMES R. P. M., OLIVEIRA., JESUS N. C., VIECILI G. B., “Sensibilidade de Equipamentos Eletrodomésticos Submetidos a Afundamentos de Tensão” - XVIII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Curitiba-PR, outubro de 2005.
- [47] IEC 61000-4-5 (“Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 4: Testing and Measurements Techniques – Section 5: Surge Immunity Test”) 29/11/2005.
- [48] IEC 61000-4-11 (“Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 4: Testing and Measurements Techniques – Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests”), 24/03/2004.
- [49] TEIXEIRA M. D., “Uma Estrutura Laboratorial para Testes de Desempenho de Equipamentos no Contexto da Qualidade da Energia Elétrica”, dissertação de mestrado, UFU, Uberlândia/MG, julho de 2003.