



**QUALIDADE DE ENERGIA EM
ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE
SAÚDE**

MÔNICA SILVEIRA

**Salvador
Agosto - 2002**

**QUALIDADE DE ENERGIA EM
ESTABELECIMENTOS
ASSISTENCIAIS DE SAÚDE**

UNIVERSIDADE SALVADOR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REGULAÇÃO
DA INDÚSTRIA DE ENERGIA

QUALIDADE DE ENERGIA EM ESTABELECIMENTOS
ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

MÔNICA SILVEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Salvador, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Regulação da Indústria de Energia, área de concentração Qualidade de Energia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

Prof. Dr. James Silva Santos Correia

Salvador
Outubro - 2002

**QUALIDADE DE ENERGIA EM
ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE**

MÔNICA SILVEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Salvador, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Regulação da Indústria de Energia, área de concentração Qualidade de Energia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 14 de outubro de 2002

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Caiuby Alves da Costa (UFBA)	Membro
Prof. Dr. André Luiz de Carvalho Valente (UNIFCAS)	Membro
Prof. Dr. James Silva Santos Correia	Orientador

Salvador
Outubro - 2002

*Dedico à minha mãe Júlia Maria
Silveira, a meus amigos Mara C. D.
Souza Corniali e Jalves L. C. dos Reis,
com muito amor.*

AGRADECIMENTOS

À ELETROBRÁS, pelo apoio financeiro durante a vigência do Curso.

Ao Prof. James Silva Santos Correia, pela orientação e os ensinamentos ministrados.

Ao Prof. Paulo Roberto F. de Moura Bastos, pela colaboração e os conselhos recebidos.

À Verdata Consultoria Analítica pelas preciosas informações cedidas.

A Alfredo Corniali pelo acesso aos equipamentos de imagem do Hospital Espanhol.

Aos meus colegas, pelo apoio recebido.

Ao corpo docente e funcionários da UNIFACS, pelos ensinamentos e incentivos.

E aos demais que, de alguma forma, contribuíram na elaboração desta Dissertação.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS _____	VI
LISTA DE FIGURAS _____	X
LISTA DE TABELAS _____	XI
RESUMO _____	XII
ABSTRACT _____	XIII
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO _____	1
1.1. JUSTIFICATIVA _____	1
1.2. METODOLOGIA _____	4
1.3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA _____	5
1.4. ESCOPO DA DISSERTAÇÃO _____	9
CAPÍTULO II – QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA ____	12
2.1. CONCEITO DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA _____	12
2.2. TIPOS DE DISTÚRBIOS _____	15
2.2.1 Variações Instatâneas de Tensão _____	16
2.2.2 Variações de Tensão de Curta Duração _____	17
2.2.3 Variações Sustentadas de Tensão _____	18
2.2.4 Desequilíbrios de Tensão _____	18
2.2.5 Distorções da Forma de Onda _____	19
2.2.6 Flutuação de Tensão _____	20
2.2.7 Variações Momentâneas de Frequência _____	20
2.3. CONCLUSÃO _____	21
CAPÍTULO III – CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO QUANTO À QUALIDADE DE ENERGIA _____	23

3.1. SITUAÇÃO INTERNACIONAL DA QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA	23
3.2. BREVE HISTÓRICO DA QUALIDADE DE ENERGIA NO BRASIL	29
3.3. REQUISITOS DE QUALIDADE PARA O SISTEMA ELÉTRICO NACIONAL	35
3.3.1 Qualidade do Produto	36
3.3.2 Qualidade do Serviço	40
3.3.3 Qualidade do Atendimento	42
3.3.4 Outros Aspectos	44
3.4. CONCLUSÃO	45
CAPÍTULO IV – EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E SUA INTERAÇÃO COM O SISTEMA ELÉTRICO	48
4.1. EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS EM GERAL	49
4.2. EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS	51
4.3. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA EAS	55
4.4. CONCLUSÃO	56
CAPÍTULO V – ESTUDO DE CASO: APARELHO DE RAIOS-X	59
5.1. RADIOLOGIA	60
5.2. RAIOS-X	61
5.2.1 Produção do Feixe de Raios-X	62
5.2.2 Absorção dos Raios-X	63
5.2.3 Formação da Imagem de Raios-X	64
5.3. APARELHO DE RAIOS-X	64
5.3.1 Componentes Principais	64
5.3.2 Funcionamento	66
5.3.3 Análise do Perfil de Operação	68
5.3.4 Interação com a Rede de Alimentação	75
5.4. CONCLUSÃO	77
CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXO 1 – LIMITES RECOMENDADOS PELO GCPS NO DOCUMENTO: “CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS	

PARA ATENDIMENTO A CONSUMIDORES COM CARGAS ESPECIAIS”	89
1. Distorção Harmônica	89
2. Severidade de Flicker	90
3. Desequilíbrio e Tensão	90
ANEXO 2 - NORMAS SOBRE QUALIDADE DE ENERGIA OU COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA	91
1. Normas do IEC	91
2. Normas do IEEE	95
3. Normas da ANSI	96
4. Normas da ISO	98
5. Normas da CENELEC – MDD 89/336/EEC	98
6. Normas da ETSI	102
7. Normas ACA	106
ANEXO 3 – CURVA ITIC (CBEMA)	108
ANEXO 4 - LEGISLAÇÃO SOBRE QUALIDADE DE ENERGIA – RESOLUÇÃO ANEEL 505/2001	109
ANEXO 5 - LEGISLAÇÃO SOBRE QUALIDADE DE ENERGIA – RESOLUÇÃO ANEEL 024/2000	122
ANEXO 6 - NORMAS IEC PARA SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES PARA EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS	138

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAMI	Association for the Advancement of Medical Instrumentation
ABCE	Associação Brasileira de Concessionários de Energia Elétrica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRACE	Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia
ACA	Australian Communications Authority
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANSI	American National Standard Institute
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASTM	American Society for Test and Materials
AS/NZS	Asutralian/New Zelanda Standards
CA	Corrente Alternada
CBEMA	Computer and Business Equipment Manufacturers Association
CC	Corrente Contínua
CCON	Comitê Coordenador de Operações Norte/Nordeste
CDRH	Center for Devices and Radiological Health
CEE	Comunidade Econômica Européia
CENELEC	European Communittee for Electrotechnical Standardization
CIGRÉ	Conseil Internationale des Grands Réseaux Eléctriques a Haute Tension
CISPR	International Special Committee on Radio Interference
COBEI	Comitê Brasileiro de Eletricidade
CODI	Comitê de Distribuição
CSPE	Comissão de Serviços Públicos de Energia
D	Distorção Harmônica Total
DEC	Duração Equivalente de Interrupção
DEKS	Duração Equivalente de Interrupção em Suprimento
DEP	Duração Equivalente de Interrupção por Potência
DEV	Duração Equivalente de Violação de Tensão
DHT	Distorção Harmônica Total

DIC	Duração de Interrupção por Unidade Consumidora
DMIC	Duração Máxima de Interrupção por Unidade Consumidora
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DRC	Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica
DREQ	Duração Equivalente de Interrupção
DRP	Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária
DTD	Distorção Total de Demanda
EAS	Estabelecimentos Assistenciais de Saúde
ECRI	Emergency Care Research Institute
EDF	Electricité de France
EEE	Empresas de Energia Elétrica
EEC	European Economic Community
ELETRABRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
EMC	Eletromagnetic Compatibility
EMD	Eletromagnetic Disturbance
ENES	Energia Interrompida
EPRI	Electric Power Research Institute
ETSI	European Telecommunications Standard Institute
EU	European Union
EUA	Estados Unidos da América
FCC	Federal Communication Commission
FDA	Food and Drug Administration
FEC	Índice de Frequência Equivalente de Interrupção
FEP	Frequência Equivalente de Interrupção por Potência
FEKS	Frequência Equivalente de Interrupção em Suprimento
FEV	Frequência Equivalente de Violação de Tensão
FIC	Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora
FREQ	Frequência Equivalente de Interrupção

GCOI	Grupo Coordenador para Operação Interligada
GCPS	Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos
GTON	Grupo Técnico Operacional da Região Norte
IBS	Instituto Brasileiro de Siderurgia
ICC	Proporção de Unidades Consumidoras com Tensão Crítica
ICD	Número de Interrupções de Curta Duração
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ILD	Número de Interrupções de Longa Duração
ISO	International Organization for Standardization
IT	Interferência Telefônica
ITIC	Information Technology Industry Council
K	Fator de Desequilíbrio de Tensão Duração
MAE	Mercado Atacadista de Energia
MDD	Medical Device Directives
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma Brasileira
NEC	National Electric Code
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NEV	Nível Equivalente de Violação de Tensão
NFPA	National Fire Protection Association
NBR	Norma Brasileira
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PBQP	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade
Pit	Nível de Severidade de Flicker de Longa Duração
PMS	Plano Especial de Melhoria da Eficiência do Setor Elétrico
PPC	Porcentagem de Perdas Comerciais
PPT	Porcentagem de Perdas Totais
Pst	Nível de Severidade de Flicker de Curta Duração
QEE	Qualidade de Energia Elétrica
RE-SEB	Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro
SAC	Índice de Satisfação do Consumidor
TA	Tempo de Atendimento

TAI	Tempo de Atendimento Individual
TDD	Total Demand Distortion
TIF	Fator de Influência Telefônica
TL	Tensão de Leitura
TMA	Tempo Médio de Atendimento
TME	Tempo Médio de Elaboração de Estudos e orçamentos de Serviços na Rede
TML	Tempo Médio de Ligação Nova
TMR	Tempo Médio de Religação
TMS	Tempo Médio de Execução de Serviços na Rede
TN	Tensão Nominal
TX%	Tempo X% de Atendimento
UIE	Union Internationale des applications de l'Electricité
UL	Underwriters Laboratories
VEV	Dispersão ou Variação Equivalente de Violação de Tensão

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 3.1 Limites de tensão para tensões nominais iguais ou superiores a 230kV.
- FIGURA 3.2 Limites de tensão para tensões nominais entre 1kV e 230kV.
- FIGURA 3.3 Limites de tensão para tensões nominais igual ou inferior a 1kV.
- FIGURA 5.1 Aparelho de Raios-X, modelo fixo.
- FIGURA 5.2 Espectro de onda eletromagnética.
- FIGURA 5.3 Os componentes básicos de um aparelho de Raios-X.
- FIGURA 5.4 Perfil de potências ativa, reativa e aparente e fator de potência do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.
- FIGURA 5.5 Perfil de tensões e correntes por fase do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.
- FIGURA 5.6 Perfil de tensões e correntes por fase do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.
- FIGURA 5.7 Perfil de distorção harmônica total (DHT) de tensões e correntes por fase do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.
- FIGURA 5.8 Perfil de distorção harmônica total (DHT) de tensões e correntes por fase do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.
- FIGURA 5.9 Perfis das formas de onda de tensões e correntes por fase do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.
- FIGURA 5.10 Espectro de frequência das distorções harmônicas de corrente (fase a) registradas no secundário do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.
- FIGURA 5.11 Perfil de correntes e tensões do aparelho de Raios-X da sala de exames 01 do setor de radiologia do Hospital Espanhol.
- FIGURA 5.12 Perfil de DHT das correntes por fase do aparelho de Raios-X da sala de exames 01 do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

- FIGURA 5.13 Perfil de DHT das tensões por fase do aparelho de Raios-X da sala de exames 01 do setor de radiologia do Hospital Espanhol.
- FIGURA 5.14 Perfil de DHT das correntes por fase do aparelho de Raios-X da sala de exames 01 do setor de radiologia do Hospital Espanhol.
- FIGURA 5.15 Perfil de DHT das tensões por fase do aparelho de Raios-X da sala de exames 01 do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.1 Limites globais e individuais para distúrbios definidos no documento Critérios e Procedimento para o Atendimento a Consumidores com Cargas Especiais.

RESUMO

SILVEIRA, M. Qualidade de Energia Elétrica em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. 2002. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade Salvador, Salvador.

Palavras-chaves: Qualidade de energia elétrica, Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, Aparelho de Raios-X.

Com o intuito de avaliar o impacto da Qualidade de Energia Elétrica – QEE em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, foi conduzido um levantamento bibliográfico para analisar o estado da arte das pesquisas sobre o tema. A partir daí, a metodologia empregada consistiu no levantamento das terminologias utilizadas, bem como na situação atual das normas e da legislação existente a nível mundial, partindo-se para estabelecer um paralelo com a condição nacional. Além disso, foram pesquisadas as principais fontes de distúrbios elétricos, em consumidores diversos e especificamente em instituições de saúde. Para avaliação mais criteriosa da interação entre o equipamento eletromédico e a rede de alimentação, foi definido o aparelho de Raios-X, dada a sua grande difusão na área de saúde. A avaliação deste equipamento foi feita através de medições de tensão, corrente e distorção harmônica total no ponto de alimentação. Do estudo detalhado dos seus componentes e da sua forma de operação percebe-se que o mesmo é sensível a variações no valor da tensão de alimentação. A sua forma de operação se caracteriza por grandes espaços de tempo em *stand by* e períodos muito curtos de funcionamento durante a realização dos exames radiológicos. Das medições realizadas percebe-se que ele produz um alto grau de distorção, além de causar afundamentos significativos de tensão quando da sua entrada em funcionamento efetivo. Finalmente, conclui-se que o equipamento em estudo contribui de forma significativa para a degradação da qualidade de energia elétrica, sendo ao mesmo tempo um equipamento que possui certa sensibilidade a distúrbios na tensão. Comprova-se a necessidade de estudos mais aprofundados em outros tipos de equipamentos eletromédicos, bem como em outros tipos de equipamentos instalados em consumidores que atuam em áreas também críticas com relação ao uso intensivo de energia elétrica e ao produto final oferecido à sociedade.

ABSTRACT

SILVEIRA, M. Quality of Electrical Energy in Health Care Facilities. 2002. 141f. Dissertação (Master of Electrical Engineering), Universidade Salvador, Salvador.

Keywords: Quality of Electric Energy, Facilities Care Industry, X-Ray Machine.

To evaluate the impact of the Quality of Electric Energy - QEE in Health Care Facilities, was lead a bibliographical survey to analyze the state of the art of the research on the subject. From there, the methodology consisted of the survey of the used terminologies, as well as the current situation of norms and existing legislation in the world-wide level, to establish a parallel with the national condition. Moreover, the main sources of electric problems had been searched, in different kinds of consumers and specifically the health care industry. For careful evaluation of the interaction between medical equipment and energy network, the x-ray machine was chosen, because of its great broadcasting in all kinds of health care institutions. The evaluation of this equipment was made through measurements of voltage, current and total harmonic distortion. From de detailed study of its components and operation, it is possible to understand that it is sensible to voltage variations. Its operation is characterized for great spaces of time in stand by and very short periods of functioning during the performing of the radiological examinations. From the measurements realized, it is clear that this kind of device produces high degree of distortion in the current waveform. Finally, it is concluded that the equipment in study contributes in a significant way for the degradation of electric energy quality, being at the same time an equipment that is sensible to voltage deviations. It proves the necessity of deepened studies in other types of medical equipment, as well as in other types of equipment installed in consumers who also act in critical areas related to the intensive use of electric energy and to the end product offered to society.

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

A qualidade de uma forma geral é um requisito que tem sido amplamente buscado por todos os setores. É ela que garante que o produto vai atender às necessidades do usuário sem atentar contra a sua segurança. A qualidade associada à energia elétrica é ainda mais importante, pois está presente nos mais diversos ramos de atividades e na maioria das residências.

Este trabalho visa apresentar a situação da qualidade de energia elétrica no Brasil e no mundo no que tange a legislação e normas, bem como demonstrar que os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde – EAS são consumidores que possuem cargas sensíveis e poluidoras, através da avaliação de um equipamento específico: o Aparelho de Raios-X.

Este capítulo apresenta a justificativa para o desenvolvimento da pesquisa sobre Qualidade de Energia Elétrica em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, bem como para a escolha do equipamento objeto do estudo, trazendo, ainda, uma revisão das principais bibliográficas consultadas e a descrição do conteúdo de cada capítulo.

1.1. JUSTIFICATIVA

Os sistemas de garantia de qualidade foram concebidos inicialmente para produtos dos quais se exigia elevado padrão de segurança, como os das indústrias naval, aeronáutica e nuclear. A partir daí, esses sistemas passaram a ser adotados por outras áreas que possuíam requisitos restritivos ou críticos, tais como os de meio-ambiente, segurança e saúde. O cumprimento de certos padrões de qualidade é cada vez mais exigido comercialmente, seja na etapa de fabricação, seja no produto final. Estes padrões estão normalmente definidos em normas e recomendações. Os padrões de qualidade também se aplicam ao fornecimento de energia elétrica. Algumas

características básicas devem ser satisfeitas por um sistema de alimentação para que seja considerado adequado ao suprimento de energia elétrica.

O recente aumento no interesse em Qualidade de Energia Elétrica – QEE pode ser explicado de várias formas:

- Os equipamentos estão mais sensíveis que há 20 anos atrás, principalmente devido ao avanço tecnológico dos componentes eletrônicos;
- As empresas estão mais sensíveis a perdas na produtividade comparada com suas margens de lucro. O aumento da competitividade pode tornar esta situação ainda mais complexa;
- A eletricidade é vista atualmente como um produto com características que devem ser medidas, previstas, garantidas, melhoradas etc.;
- Não estão claramente definidas as responsabilidades dos agentes do setor elétrico com relação à qualidade de energia;
- Atualmente existem equipamentos mais poderosos e capazes de medir QEE.

No Brasil, este tema está sendo amplamente explorado no momento, principalmente diante do processo de reestruturação do setor elétrico nacional. A implantação do novo modelo está levando a uma reavaliação das responsabilidades de cada agente em relação à qualidade da energia fornecida ao consumidor. Cada participante deve ter consciência da sua influência na qualidade de energia elétrica. As Empresas de Energia Elétrica – EEE, que já estão mais envolvidas com o assunto, tem óbvia participação e responsabilidade, devendo cuidar para que seu produto seja entregue da forma adequada e monitorando as possíveis causas de distúrbios. Os fabricantes também devem ser envolvidos uma vez que os equipamentos fabricados são os causadores dos problemas e/ou sofrem por conta deles. Já o consumidor, como usuário final, deve estar atento para a qualidade do produto que recebe, devendo ser orientado sobre as características e requisitos mínimos que a energia fornecida deve possuir. Ao mesmo tempo, deve estar ciente da forma como as suas cargas afetam o sistema elétrico.

Muitos estudos têm sido desenvolvidos no âmbito do seguimento de consumidores industriais, especialmente devido ao impacto financeiro que os distúrbios

de energia elétrica podem trazer para este ramo e à presença de cargas bastante perturbadoras. Para tais consumidores já existem alguns documentos contendo recomendações sobre limites e alguns tipos de distorções. Entretanto, para as demais classes de consumidores, aparentemente menos influenciados por este tipo de problema, não foram realizadas avaliações para esclarecer a realidade da interação entre os equipamentos instalados e a rede de suprimento.

Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde – EAS são considerados como áreas críticas com relação ao fornecimento de energia elétrica, dada a sua atuação junto à sociedade e pela natureza e sensibilidade do produto com que trabalha: a saúde do ser humano. Este tipo de instituição apresenta uso intensivo de energia elétrica, devendo recebe-la com qualidade assegurada a fim de que o usuário (paciente ou funcionário) não sofra qualquer dano físico em função de problemas na qualidade da energia fornecida pela rede de alimentação.

Os EAS possuem diversos tipos de equipamentos eletromédicos que são bastante sensíveis a distúrbios na fonte de alimentação, a exemplo dos aparelhos de laboratório e de geração de imagens internas do corpo humano. Por conta disto, estas instituições têm procurado formas de garantir que seus equipamentos sejam afetados ao mínimo, buscando resolver o problema internamente através do uso de sistemas que garantam que a energia entregue aos equipamentos mais sensíveis esteja dentro da faixa definida pelos fabricantes e da melhoria dos sistemas de geração de emergência. Entretanto, não estão claras as implicações da falta de qualidade da energia elétrica sobre os equipamentos eletromédicos, bem como qual a influência destes na qualidade da energia entregue pela rede de alimentação.

Como já foi dito, não são conhecidos estudos já desenvolvidos que apresentem a realidade da interação entre os equipamentos eletromédicos. Além disso, deve-se considerar que os EAS possuem tamanhos variados, indo desde o grande hospital até pequenas clínicas ambulatoriais e consultórios. Estes últimos, muitas vezes, com instalações adaptadas que não foram totalmente adequadas para a aplicação e não possuem os requisitos necessários para proteger seus aparelhos.

No Brasil, existe a norma NBR 13534/95 que regulamenta as instalações elétricas para EAS, porém ainda não existem requisitos ou especificações de limites de distúrbios que possam ser utilizados como parâmetro por estas instituições ou pelos fabricantes de equipamentos eletromédicos. Mesmo a nível internacional, existem

apenas regulamentações sobre falta de energia ou quedas de tensão, mas não sobre distúrbios momentâneos ou deformações da forma de onda. Estão sendo desenvolvidos estudos por instituições internacionais que devem fornecer subsídios para a elaboração de normas e legislações.

Não existem estudos publicados no país que avaliem a interação entre os equipamentos eletromédicos e a rede de suprimento. Para avaliação da qualidade de energia elétrica nas EAS, necessita-se analisar os equipamentos individualmente para identificar a contribuição de cada um para os problemas de falta de qualidade de energia.

O Aparelho de Raios-X foi escolhido, por ser bastante difundido em EAS de vários tamanhos, inclusive em pequenos consultórios. Além disso, a forma de utilização, bastante intermitente, e a carga significativa (que pode chegar a 160kVA) fazem deste equipamento um candidato natural a este tipo de avaliação. Outro ponto importante é que este aparelho se constitui de uma fonte de poluição devido aos seus componentes, tornando-se ainda mais importante a sua avaliação.

1.2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada na elaboração da pesquisa se constituiu em levantamento bibliográfico detalhado, abrangendo qualidade de energia, equipamentos eletromédicos e instalações hospitalares, e execução de análise da interação do Aparelho de Raios-X com a rede de alimentação através da realização de medições.

O levantamento bibliográfico foi realizado inicialmente através de consulta à internet. A partir daí, definiu-se novas diretrizes para a pesquisa partindo-se para uma pesquisa de publicações de livros e artigos sobre o tema. Este levantamento foi de suma importância para identificação da situação atual das pesquisas sobre qualidade de energia elétrica e definição da forma de organização do trabalho escrito.

Para avaliação da interação entre os equipamentos eletromédicos e a rede de alimentação foram consultados alguns fabricantes, via e-mail, para verificação das especificações de alguns dos equipamentos da sua linha de fabricação. Entretanto, as poucas respostas obtidas versaram apenas sobre o aspecto da variação da tensão dentro de limites – em geral de $\pm 10\%$ (dez por cento) –, indicando que os fabricantes ou seus

representantes não estavam atentos para a questão da qualidade da energia oferecida a seus equipamentos.

A definição do equipamento a ser avaliado foi feita com base em consulta realizada ao Grupo de Engenharia Clínica, composto por profissionais que trabalham ou desenvolvem pesquisas na área de equipamentos hospitalares. Foi enviada uma mensagem à lista do grupo solicitando sugestões para escolha do equipamento eletromédico a ser pesquisado. As respostas enviadas apontaram para os equipamentos de imagem como sendo os mais sujeitos a problemas com qualidade de energia elétrica. Dada a grande difusão dos Aparelhos de Raios-X e seu perfil de operação, este equipamento foi o escolhido para estudo.

Para avaliar a forma de interação deste equipamento com a rede de suprimento foram realizadas medições de grandezas (tensão, corrente e potência) e de distorção harmônica. As medições foram realizadas no secundário do transformador que alimenta o Aparelho de Raios-X, de forma a contemplar apenas o equipamento em estudo.

1.3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Qualidade de Energia Elétrica – QEE é um tema que se encontra em franca discussão a nível mundial. Muitas publicações têm sido lançadas sobre o assunto, principalmente por parte das organizações que trabalham voltadas para a elaboração de normas. Entretanto, muito pouco tem sido publicado sobre consumidores ou cargas específicos. Nos parágrafos seguintes é feita uma descrição apenas das principais bibliografias consultadas, visando evitar repetição do assunto que será discutido nos capítulos posteriores.

Kodali (1996) apresenta um histórico sobre *power quality* desde o período anterior à segunda guerra e os conceitos e definições associados a interferência eletromagnética (EMI) e compatibilidade eletromagnética (EMC), bem como faz uma descrição das diversas normas sobre EMC utilizadas na Europa, nos EUA, no Reino Unido etc., demonstrando a correlação entre as mesmas. Sua definição de distúrbio eletromagnético compreende qualquer fenômeno eletromagnético que possa afetar o desempenho de dispositivo, equipamento ou sistema, abrangendo ruído eletromagnético, sinais indesejados ou mesmo mudanças no meio de propagação. Por

outro lado, EMI é definida como a degradação do desempenho de dispositivo, equipamento ou sistema e EMC é conceituada como a capacidade destes em funcionar de forma satisfatória em seu ambiente eletromagnético sem, ao mesmo tempo, introduzir distúrbios eletromagnéticos intoleráveis a qualquer outro dispositivo que esteja no mesmo ambiente.

Bollen (2000) afirma que o termo *power quality* é empregado com diferentes significados por fontes distintas e caracteriza outros termos utilizados como referência em publicações diversas, como: *quality of consumption*, *current quality*, *voltage quality* e EMC. Traz, também, uma descrição dos tipos de distúrbios e define distúrbio de qualidade de energia como sendo qualquer desvio da tensão ou da corrente em relação à sua forma de onda ideal. Apresenta, ainda, uma descrição de normas sobre o tema, concentrando a atenção nas normas do *International Electrotechnical Commission* - IEC e da Comunidade Européia e listando as normas do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* - IEEE pertinentes. O conceito de qualidade de energia apresentado por este autor abrange aspectos concernentes aos desvios da tensão e da corrente em relação aos valores ideais. Um termo mais amplo citado pelo autor é *quality of supply* que se refere à parte técnica, compreendendo os desvios na corrente e na tensão, e à parte não técnica, que contempla a qualidade do serviço oferecido (interação entre os consumidores e as Empresas de Energia Elétrica - EEE).

O IEEE, em seu livro **IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Sensitive Equipment** (1992), traz contribuições de diversos autores sobre o assunto. Key, no capítulo introdutório, fornece uma visão geral da interação entre os equipamentos sensíveis e a rede de alimentação. Segundo ele, a proliferação de cargas eletrônicas sensíveis fez aumentar os problemas relacionados à qualidade de energia elétrica, sendo alimentação e aterramento adequados os itens principais para este tipo de equipamento. No capítulo três, Martzloff apresenta um panorama histórico dos problemas relacionados à qualidade de energia advindos da interação entre equipamentos eletrônicos sensíveis e a rede de alimentação, utilizando como exemplo dois sistemas ainda largamente utilizados: as lâmpadas incandescentes e o aparelho de ar condicionado. Ainda, o autor faz uma análise da coordenação entre os códigos, normas e documentos emitidos por associações de fabricantes a exemplo do *National Electric Code* - NEC, dos *Underwriters Laboratories* – UL, da *National Electrical Manufacturers Association* – NEMA e do IEC. De acordo com ele, mesmo com o

trabalho de evitar conflito entre os documentos existentes, a diversidade de aplicações e dos pontos de vista inevitavelmente cria ambiguidades, na melhor das hipóteses, ou conflitos, na pior. Kolbach et al., no nono capítulo, discute os problemas associados com a interação entre carga e fonte de energia, relatando algumas das normas existentes que recomendam limites para os distúrbios.

Segundo McGranaghan (199?) a maioria dos problemas de tensão são causados por fatores internos da instalação como o acionamento de cargas e variadores de velocidades de motores elétricos. De acordo com o autor, entender os problemas associados com *power quality* é o primeiro passo para a elaboração de normas e o início do caminho para a busca de soluções. Existem normas elaboradas por diversas organizações como IEEE, ANSI, NEMA, IEC, entre outros, porém não existe ainda consenso sobre o tema e muitas das normas, que levam muitos anos para serem aprovadas, geram controvérsia. O autor aponta a necessidade do desenvolvimento de estudos de casos para que sejam disponibilizadas informações sobre a situação real da interação entre os equipamentos eletrônicos sensíveis e o sistema elétrico.

Uma avaliação das normas existentes sobre compatibilidade eletromagnética é feita por Kimmel & Gerke (1999). Os autores sinalizam que o alinhamento entre as normas européias e norte-americanas é uma tendência a ser seguida por outros países e comunidades econômicas. Ao mesmo tempo, apresentam a perspectiva de aumento dos problemas relacionados com qualidade de energia, no que tange aos equipamentos eletromédicos, em função do avanço tecnológico. Por conta disso, sustentam a necessidade de uma vigilância contínua para que o assunto se mantenha atualizado, principalmente com relação ao impacto dos outros tipos de equipamentos (os não médicos).

Uma visão geral sobre requisitos de instalações e equipamentos eletromédicos para Estabelecimentos Assistenciais de Saúde – EAS é dada pelo IEEE, em seu livro **IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities**, contando com a contribuição de diversos autores. No capítulo segundo, Smith et al. apresenta os diversos tipos de cargas associadas a uma instalação hospitalar, chamando a atenção para dois tipos de instalações que devem ser tratadas com bastante cuidado: radiologia e laboratório clínico. Segundo o autor, a qualidade da tensão suprida às instalações de radiologia é um requisito muito importante, sendo essencial a garantia de valores mínimos de distúrbios de tensão. Menciona, ainda, a influência que os

Aparelhos de Raios-X podem ter sobre os sistema de geração de emergência, considerando-se o alto fator de potência deste tipo de aparelho e o valor normalmente elevado da carga. Harvey et al., no capítulo 3, apresenta considerações sobre as características do sistema de distribuição para um EAS. Os itens tensão, corrente e aterramento são apontados como de grande importância para o perfeito funcionamento dos equipamentos. De acordo com este autor, os aparelhos radiológicos impõem ao sistema elétrico um valor bastante elevado e momentâneo de corrente, sendo, ao mesmo tempo, muito sensíveis a variações no valor da tensão de alimentação. Variações de tensão significativas podem causar perda de vida útil e mau funcionamento. O capítulo 9 traz uma descrição dos principais equipamentos eletromédicos e sua interação com a rede de alimentação. Nele, Heintel & Credico apresentam alguns dos distúrbios que afetam os equipamentos hospitalares, como: subtensões ou sobretensões momentâneas e compensação de corrente contínua. Os autores afirmam que a influência dos distúrbios elétricos é muito grande em equipamentos eletromédicos, pois muitos dos modelos modernos são computadorizados. Eles fazem uma consideração quanto ao impacto destes equipamentos sobre as forma de onda da tensão e da corrente de suprimento, que podem sofrer distorções, por exemplo, em função da operação de dispositivos internos aos equipamentos que regulam a tensão de entrada pela alteração da forma de onda da tensão. Ainda neste capítulo, é descrita a forma de operação do Aparelho de Raios-X e suas partes principais. Os autores apontam a tensão em nível adequado como um dos fatores de garantia de qualidade da imagem gerada pelo aparelho, ou seja, distúrbios na tensão de alimentação têm influência direta no resultado dos exames executados.

Segundo Moss (1996?), os hospitais estão crescendo de forma significativa e a quantidade de equipamentos eletrônicos sensíveis aumenta na mesma proporção. Da mesma forma está o desenvolvimento tecnológico: cada novo dispositivo traz o desafio de determinar como ele pode ser influenciado pelo sistema elétrico e vice-versa. Este ponto de vista é enfatizado por Finan (2001), que reforça a informação sobre o aumento da utilização de equipamentos microprocessados por parte dos EAS.

Da mesma forma, o *Emergency Care Research Institute* - ECRI (1999) identifica *power quality* e *electromagnetic compatibility* como sendo dois dos requisitos de grande importância para os EAS. Esta organização vem desenvolvendo estudos nesta área e define *power quality* como sendo as condições de alimentação e aterramento adequados para garantir o nível mínimo de distúrbios elétricos e um alto nível de compatibilidade

entre os equipamentos eletromédicos e o sistema elétrico. Já *electromagnetic compatibility* é definida como a habilidade dos equipamentos eletrônicos em funcionar de forma satisfatória no seu meio eletromagnético sem haver produção de distúrbios por parte do sistema elétrico ou pelo equipamento.

A interação entre o Aparelho de Raios-X e a rede elétrica foi analisada por Gouvêa (1994), através de simulações com um tipo de equipamento de média potência. O autor qualifica as perturbações provocadas por este tipo de equipamento e identifica a inexistência de problemas de penetração harmônica na rede para o tipo de aparelho avaliado. Vale salientar que o estudo foi feito considerando apenas um aparelho em funcionamento e que foram feitas simulações computacionais para determinar a propagação das harmônicas na rede.

As demais bibliografias consultadas, descritas no Capítulo VII, reafirmam o que os autores acima apresentam. O estudo da bibliografia reforça a relevância do tema e incrementa o interesse pelo estudo mais detalhado do impacto da qualidade de energia sobre os equipamentos modernos e vice-versa. Além disso, fica clara a necessidade de avaliar segmentos específicos de consumidores que não estão plenamente conscientes da influência da qualidade da energia elétrica no desempenho de seus equipamentos, bem como fornecer subsídios mais concretos a fabricantes de equipamentos eletroeletrônicos sobre os requisitos mínimos de qualidade de energia e de nível permitido de distúrbios provocados pelos mesmos.

1.4. ESCOPO DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho está dividido em capítulos visando facilitar a explanação sobre o tema, sendo os mesmos organizados de tal forma que se projeta a visão macro do tema até se alcançar o objetivo final, que é a avaliação do Aparelho de Raios-X.

O capítulo seguinte a este apresenta uma discussão sobre os conceitos de Qualidade de Energia Elétrica no Brasil e em outros países, sendo apresentada, também, uma descrição dos tipos de distorções, considerando-se a terminologia empregada pela norma internacional do **Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE 1159-1995 Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality**. Diante da globalização é questionada a falta de harmonização das terminologias que facilitaria

a troca de informação entre os diversos pesquisadores e entidades que trabalham nesta área.

A situação atual com relação às pesquisas que estão sendo realizadas e os documentos (norma e legislações) está descrita no terceiro capítulo. Neste se tem uma visão dos principais organismos nacionais e internacionais que trabalham com qualidade de energia elétrica, bem como das normas e legislações que estão sendo utilizadas. Outro aspecto interessante abordado neste capítulo é a evolução do processo de conscientização para a busca da qualidade no Brasil. Observa-se que, com o processo de reestruturação do setor elétrico, o próprio consumidor está mais atuante e disposto a buscar seus direitos. Entretanto, cabe ao órgão regulador definir as regras para o relacionamento entre os agentes de forma que todos cumpram suas obrigações e tenham seus direitos reconhecidos.

A evolução tecnológica está levando ao desenvolvimento de equipamentos elétricos cada vez mais sensíveis e ao mesmo tempo poluidores. O quarto capítulo descreve os principais problemas já detectados com relação à interação entre os equipamentos elétricos e a rede de alimentação. Os equipamentos eletromédicos também passam pelos mesmos problemas, sendo que o resultado pode ser bastante desastroso. Estes dispositivos podem estar conectados diretamente ao paciente ou mesmo fornecer informações errôneas que levem a procedimentos inadequados de tratamento. Por outro lado, a instalação elétrica também tem influência no funcionamento dos equipamentos e deve ser feita de acordo com a norma apropriada ao tipo de instalação. No caso dos EAS, existe uma norma específica que trata sobre instalações elétricas e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA é o órgão regulador responsável por coordenar a fiscalização da aplicação desta norma.

O quinto capítulo trata da avaliação específica da interação do Aparelho de Raios-X com a rede de suprimento. Este equipamento se caracteriza por dois modos de funcionamento, operação e *stand by*. Devido à natureza do produto gerado (os Raios-X) e às suas características construtivas, quando em operação, este dispositivo impõe à rede uma carga elevada e injeta harmônicos de corrente bastante significativos que provocam distorção na forma de onda. Por conta disso, este equipamento é considerado um dos vilões dos problemas de qualidade de energia elétrica nas redes de distribuição onde estejam conectados consumidores com este tipo de carga. Para comprovação deste

aspecto foram realizadas medições de grandezas elétricas e distorções harmônicas, que são apresentadas neste capítulo.

O capítulo sexto contempla as considerações finais sobre os resultados obtidos na pesquisa desenvolvida. É feita uma avaliação da situação atual da qualidade da energia no Brasil e internacionalmente, considerando os documentos legais e as normas existentes, bem como as lacunas deixadas pelas mesmas. Especificamente para os EAS, são apontadas diretrizes para avaliação deste tipo de consumidor, considerando suas cargas mais sensíveis e/ou poluidoras. É ainda apresentada uma conclusão sobre os resultados encontrados na avaliação do Aparelho de Raios-X.

CAPÍTULO II – QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA

Qualidade é o requisito que diz se um produto ou serviço possui as características necessárias para que se alcance o resultado desejado, o qual também deve possuir a qualidade esperada. Dentro deste âmbito, este conceito pode ser aplicado a tudo que é gerado pelo ser humano em termos materiais, abrangendo desde a fabricação de um produto até a sua entrega ao consumidor final.

A conceituação da qualidade para áreas específicas ainda é uma grande dificuldade mundial, principalmente diante da necessidade de globalização das economias. A necessidade de harmonizar nomenclaturas e terminologias, bem como normas e regulamentos são um dos grandes desafios do momento.

Padrões de qualidade também se aplicam ao fornecimento de energia elétrica. A Qualidade da Energia Elétrica – QEE vem sendo estudada há algum tempo. Entretanto, não existe ainda um consenso mundial sobre a sua conceituação ou sobre a terminologia a ser empregada para descrever os distúrbios associados à falta de qualidade.

Este capítulo descreve alguns dos conceitos existentes sobre QEE, bem como apresenta a terminologia que está sendo empregada de acordo com as normas internacionais existentes para identificar os distúrbios associados a problemas na QEE.

2.1. CONCEITO DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA

Em geral, a qualidade de um produto ou serviço é um atributo que informa de quão bom é este. Alguns requisitos mínimos devem ser mantidos por um sistema de alimentação para que seja considerado adequado ao suprimento de energia elétrica. No caso específico da energia elétrica, a qualidade da energia está associada à ausência de variações de tensão (desligamentos, flutuações, surtos etc.), ou seja, inexistência de desvios significativos na magnitude, frequência ou pureza da forma de onda da tensão

ou da corrente que possam resultar em falha ou operação incorreta de algum equipamento do consumidor.

No Brasil, a qualidade de energia elétrica está associada à conformidade da tensão e às condições do fornecimento, que formam “as condições técnicas e a qualidade dos serviços de energia elétrica”. Em outros países e mercados comuns o conceito de qualidade de energia está associado a outros parâmetros do sistema. Bons exemplos são:

- a) Europa – se utiliza o conceito de *voltage quality*.
- b) Estados Unidos – se emprega o termo *power quality*.
- c) África do Sul – é usada a terminologia *quality of supply*.
- d) Colômbia – é empregado o termo *calidad de la potencia*.

O *Institute of Electrical and Electronic Engineers* – IEEE define *power quality* como o conceito de alimentação e aterramento de equipamento sensível de forma que a operação do mesmo seja adequada, considerando também a poluição harmônica causada pelas cargas. O *International Electrotechnical Commission* – IEC emprega o termo Compatibilidade Eletromagnética (*Electromagnetic Compatibility* – EMC) para descrever a habilidade de dado equipamento ou sistema em funcionar de forma satisfatória no meio eletromagnético sem introduzir distúrbios eletromagnéticos intoleráveis a qualquer outro equipamento ou sistema que esteja no mesmo meio (Bollen, 2000).

Nacionalmente, o conceito de qualidade de energia elétrica associa-se basicamente à qualidade da tensão e do serviço de fornecimento da mesma. Até o presente momento, a legislação existente contempla apenas aspectos referentes à continuidade e conformidade no que tange aos limites de variações da tensão fornecida. Entretanto, estudos estão sendo desenvolvidos para ampliar esta abrangência, a fim de abarcar outros aspectos que influem diretamente na qualidade da energia tendo em vista a diversidade de novas tecnologias que estão continuamente sendo conectadas à rede elétrica.

Nos dias atuais, são a sensibilidade e o desempenho dos equipamentos utilizados pelo consumidor que têm definido como está a qualidade da energia fornecida. Com o avanço da tecnologia e a redução dos custos de fabricação, um número cada vez maior de equipamentos com circuitos eletrônicos mais sensíveis estão sendo adquiridos pelos consumidores, os quais desejam que estes funcionem de forma adequada.

Segundo Bronzeado (1999), o conceito de qualidade da energia elétrica está intimamente associado ao funcionamento adequado e seguro dos equipamentos, de forma a garantir o conforto desejado aos usuários, sem afetar o meio ambiente de forma negativa. Dentro deste aspecto, a qualidade do fornecimento de energia tem sido avaliada considerando os seguintes atributos: disponibilidade, conformidade, restaurabilidade e flexibilidade (Borenstein & Camargo, 1997).

A disponibilidade pode ser conceituada como a capacidade do sistema elétrico para fornecer energia na quantidade desejada pelos consumidores e sem interrupção (Borenstein, 1999). O consumidor tem o direito de utilizar a energia elétrica no momento em que deseje, na quantidade necessária e durante o tempo preciso, ou seja, a energia deve estar sempre disponível, ou ter o menor índice de interrupções necessárias e permitidas pela legislação vigente. Este aspecto está associado à continuidade do fornecimento (Borenstein & Camargo, 1997).

A conformidade corresponde ao fornecimento de energia com o mínimo de flutuações e distorções na tensão e na frequência da rede. Esta característica é fortemente afetada pelo tipo de cargas ligadas à rede (Borenstein & Camargo, 1997).

A restaurabilidade compreende a capacidade do sistema em reparar uma falha, reduzindo ao mínimo o tempo de duração da interrupção. Este atributo está associado diretamente à política de manutenção da empresa e à sua estrutura de atendimento a ocorrências de pane na rede (Borenstein & Camargo, 1997).

A flexibilidade está associada à capacidade do sistema elétrico para assimilar alterações em sua estrutura ou na carga atendida (Borenstein & Camargo, 1997).

Estes atributos são de grande importância na caracterização da qualidade do serviço de fornecimento de energia elétrica. Entretanto, a qualidade não pode ser resumida apenas ao ato de entrega do produto ao cliente com as características descritas acima. Além destas, existe todo um planejamento estratégico que vai desde o relacionamento adequado com os fornecedores até o atendimento rápido às reclamações.

Dentro deste contexto, a Comissão de Serviços Públicos de Energia – CSPE (1997) definiu cinco aspectos básicos para avaliação da qualidade da distribuição de energia no Estado de São Paulo: qualidade intrínseca, qualidade de atendimento, segurança, satisfação e custos.

A qualidade intrínseca está associada à qualidade do serviço e do produto. A qualidade do serviço equivale à garantia da continuidade do fornecimento, sendo avaliada através dos indicadores definidos na legislação específica, conforme já mencionado. Para avaliação da qualidade do produto foram considerados os seguintes parâmetros: manutenção do nível adequado de tensão, controle de forma de onda, frequência nominal da rede e fator de potência.

Deve-se sempre levar em consideração que o nível normal de tensão de fornecimento de energia pode ser afetado por fatores externos, como tempestades, ventos fortes, relâmpagos, queda de árvores, falha em equipamentos, pequenos animais etc., ou internos, tais como flutuações na carga ou alterações nas instalações. Neste aspecto, a qualidade de energia não pode ser considerada somente como de responsabilidade das Empresas de Energia Elétrica – EEE, visto que os sistemas de potência são afetados pelas mais diversas ocorrências, inclusive pelos equipamentos das unidades consumidoras, que muitas vezes possuem cargas significativas que causam distúrbios à rede.

Por conta disto, estão sendo estudadas e desenvolvidas legislações e normas que melhor traduzam as necessidades brasileiras, compreendendo o produto energia elétrica e o serviço de fornecimento, que abrange as áreas técnica e comercial. Estes aspectos estão sendo explorados na legislação utilizada como referência, tendendo a ser aprofundado de forma a abranger aspectos que ainda não são considerados, como as distorções da forma de onda.

2.2. TIPOS DE DISTÚRBIOS

Em um sistema elétrico trifásico ideal, as tensões em qualquer ponto deveriam ser perfeitamente senoidais, equilibradas, e com amplitude e frequência constantes. Qualquer desvio, fora dos limites estabelecidos na legislação vigente, caracteriza um problema de Qualidade da Energia Elétrica – QEE. Assim, a qualidade de energia elétrica pode ser entendida como a ausência relativa de variações da tensão de alimentação. Entretanto, os distúrbios identificados no sistema elétrico possuem diversas nomenclaturas que podem ter os mais diversos significados. Bronzeado (1997) em seu artigo intitulado **Uma Proposta de Termos e Definições Associados à**

Qualidade da Energia Elétrica, procurou apontar o uso de uma nomenclatura única, de forma a facilitar a troca de informações entre os profissionais atuantes na área e o entendimento de pessoas interessadas no assunto. Cabe ressaltar que esta nomenclatura está de acordo com a norma internacional do **Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE 1159-1995 Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality**.

Os distúrbios são usualmente divididos de acordo com a duração da ocorrência e a amplitude da distorção. Assim, a norma do IEEE classifica os distúrbios em 07 grupos: variações instantâneas de tensão, variações momentâneas de tensão, variações sustentadas de tensão, variações momentâneas de frequência, distorção da forma de onda, desequilíbrio de tensão e flutuação de tensão.

2.2.1 VARIAÇÕES INSTANTÂNEAS DE TENSÃO

Variações instantâneas de tensão (*transients*) são eventos indesejados de natureza momentânea, caracterizados por alterações muito rápidas da tensão com duração de subciclos que, em geral, dependem da quantidade de energia armazenada nos elementos conectados e do comportamento transitório do sistema para retornar ao seu modo normal de operação.

Estas variações são subdivididas em dois grupos: surtos de tensão e transitórios oscilatórios da tensão.

Os surtos de tensão (*impulsive transients*) são ocorrências que implicam em uma alteração súbita do valor da tensão, cuja polaridade é geralmente unidirecional. As principais características deste tipo de distúrbio são: tempo de subida (tempo de crista), tempo de queda (tempo de cauda) e valor de pico da tensão. Este tipo de fenômeno é causado pela operação de cargas do consumidor, principalmente iluminação, e podem excitar a frequência natural do sistema, levando ao aparecimento de transitórios oscilatórios.

Os transitórios oscilatórios de Tensão (*oscillatory transients*) consistem de súbitas alterações na tensão ou corrente de operação do sistema que inclui valores de polaridades positiva e negativa, ou seja, a tensão ou corrente alterna a polaridade do valor instantâneo muito rapidamente. São caracterizados pelo conteúdo espectral

(frequência predominante), duração e magnitude. Podem ser causados por vários tipos de eventos como energização de transformadores ou bancos de capacitores.

2.2.2 VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO

As variações de tensão de curta duração ou variações momentâneas de tensão (*short duration voltage variations*) são variações no valor da tensão que apresentam curta duração, ou seja, inferior a 01 (um) minuto, geralmente causadas por curtos-circuitos no sistema elétrico, operação de cargas com corrente de partida elevada, perda intermitente de conexões etc. São classificadas de acordo com a duração e com a forma de variação da tensão.

Quanto à duração do evento são subdivididas em:

- a) Curtíssima duração (*instantaneous*): duração entre $\frac{1}{2}$ (meio) ciclo e 30 (trinta) ciclos.
- b) Curta duração (*momentary*): duração entre 30 (trinta) ciclos e 3 (três) segundos.
- c) Temporária (*temporary*): duração entre 3 (três) segundos e 1 (um) minuto

Quanto à forma da ocorrência, podem ser classificadas como: subtensões momentâneas, sobretensões momentâneas e interrupções momentâneas de tensão.

As subtensões momentâneas ou afundamentos momentâneos de tensão (*voltage sags* ou *dips*) são identificados como reduções no valor da tensão, inferiores a 10% do valor nominal, com duração de $\frac{1}{2}$ (meio) ciclo e 01 (um) minuto.

As sobretensões momentâneas ou elevações momentâneas de tensão (*momentary overvoltage* ou *voltage swells*) são definidas por um aumento no valor da tensão na frequência do sistema, com duração entre $\frac{1}{2}$ (meio) ciclo e 01 (um) minuto e cuja elevação de tensão fica acima de 110% (cento e dez por cento) da tensão nominal.

As interrupções momentâneas de tensão (*short duration interruptions*) ocorrem quando o valor da tensão cai a valores inferiores a 10% (dez por cento) do nominal por período inferior a 01 (um) minuto.

2.2.3 VARIAÇÕES SUSTENTADAS DE TENSÃO

As variações sustentadas de tensão ou variações de tensão de longa duração (*long duration voltage variation*) são alterações no valor eficaz da tensão que possuem duração superior a 01 (um) minuto. Em geral, são causadas pela entrada e saída de grandes blocos de carga, linhas de transmissão e equipamentos de compensação de potência reativa (banco de capacitores e reatores). A *American National Standard Institute* – ANSI possui uma norma, a **ANSI C84.1-1982 Voltage Ratings for Power Systems and Equipments**, que especifica limites de tolerância esperados no sistema elétrico, de forma que uma variação de tensão é considerada de longa duração quando os limites estabelecidos nessa norma são excedidos por período superior a 01 (um) minuto.

As variações sustentadas de tensão são classificadas como subtensão sustentada, sobretensão sustentada e interrupção sustentada de tensão.

Subtensões sustentadas (*undervoltages*) são reduções no valor da tensão para valores inferiores a 90% (noventa por cento). Podem ser causadas por energização de grandes cargas, desenergização de bancos de capacitores ou mesmo por sobrecarga nos circuitos.

Sobretensão sustentada (*overvoltage*) são elevações no valor eficaz da tensão acima de 110% (cento e dez por cento). São resultado de eventos com características inversas aos que causam as subtensões, tais como: desligamento de grandes cargas e energização de bancos de capacitores.

Interrupção sustentada de tensão (*sustained interruption*) ocorrem quando a tensão de suprimento é mantida em zero por período superior a 01 (um) minuto. São normalmente permanentes, requerendo a intervenção do operador para restaurar o sistema.

2.2.4 DESEQUILÍBRIOS DE TENSÃO

Desequilíbrio de tensão (*voltage imbalance*) é definido como o máximo desvio da média das tensões das três fases, dividida pela tensão de cada fase, em valores

percentuais. Pode também ser definido em função das componentes simétricas, utilizando-se a razão entre a componente de sequência negativa ou zero e a de sequência positiva. É importante verificar a defasagem entre as tensões de fase que, quando diferentes de 120° (cento e vinte graus), podem causar desequilíbrios significativos no sistema elétrico. Podem ser causados por cargas monofásicas em circuitos trifásicos ou resultado do desligamento de fusíveis de fase de um banco de capacitores trifásico.

2.2.5 DISTRORÇÕES DA FORMA DE ONDA

As distorções da forma (*wave form distortion*) de onda são definidas como o desvio do sinal ideal senoidal de tensão na frequência da rede, caracterizado pelo conteúdo espectral do desvio. Existem diversos tipos de distorções da forma de onda como será visto a seguir.

Compensação de corrente contínua (*dc offset*) é a presença de tensão ou corrente contínua (CC) no sistema de corrente alternada (CA). Pode ser resultado de distúrbios geomagnéticos ou como efeito de retificação de meia onda.

Distorção harmônica (*harmonic distortions*) é o distúrbio na forma de onda da tensão ou corrente em função da interferência de outras ondas com frequência igual a múltiplos inteiros da frequência nominal do sistema. Em geral é medida pela Distorção Harmônica Total – DHT, que representa a distorção percentual em relação à corrente fundamental do sistema. A norma **IEEE 519-1992 Harmonic in Power System** estabelece limites para a distorção harmônica de corrente e tensão em circuitos de distribuição e transmissão e define também a Distorção Total de Demanda – DTD (*Total Demand Distortion - TDD*), na qual a distorção é expressa como um percentual da corrente de carga no ponto de acoplamento comum para a demanda máxima, para facilitar a avaliação comparativa considerando o comportamento da carga.

Interharmônicas (*interharmonics*) são tensões ou correntes com componentes de frequência que não são múltiplos inteiros da frequência da rede de suprimento. São causados basicamente por conversores estáticos de frequência, conversores, motores indutivos e dispositivos a arco.

Cortes na tensão (*notchings*) são discontinuidades periódicas no valor instantâneo da tensão, cujos componentes de frequência são normalmente altas, sendo

geralmente causados pela operação normal de dispositivos eletrônicos de potência (conversores) durante a comutação da corrente entre as fases do sistema. Algumas vezes são seguidos de transitórios oscilatórios e têm sido também analisados como distorção harmônica devido à sua natureza periódica.

Ruídos (*noises*) são sinais elétricos indesejáveis com conteúdo espectral inferior a 200kHz superposto à tensão ou corrente do sistema elétrico nos condutores de fase ou de neutro ou em linhas de sinal. Podem ser causados por dispositivos de eletrônica de potência, circuitos de controle, equipamentos a arco, cargas com retificadores de estado sólido e operação de geradores.

2.2.6 FLUTUAÇÃO DE TENSÃO

Flutuações de tensão (*voltage fluctuation*) são rápidas alterações sistemáticas da envoltória da tensão ou uma série de alterações randômicas na tensão que normalmente não excede a faixa de 90% (noventa por cento) a 110% (cento e dez por cento), segundo a norma ANSI C84.1-1992. É um fenômeno eletromagnético. A *International Electrotechnical Commission* – IEC, em sua norma IEC 61000-3-3 **Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 3: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A**, define vários tipos de flutuações de tensão. São normalmente causados por cargas que podem apresentar variações contínuas e rápidas na magnitude de sua corrente.

Algumas vezes se faz a utilização do termo cintilação (*flicker*) para se referir à flutuação de tensão. Em verdade, cintilação é o resultado do impacto da flutuação de tensão em cargas de iluminação (lâmpadas) que são perceptíveis ao olho humano, ou seja, é a impressão visual resultante da variação do fluxo luminoso nas lâmpadas elétricas submetidas às flutuações de tensão do sistema elétrico.

2.2.7 VARIAÇÕES MOMENTÂNEAS DE FREQUÊNCIA

Variações momentâneas de frequência (*power frequency variations*) são pequenos desvios do valor da frequência fundamental do sistema elétrico em relação ao valor nominal decorrentes do desequilíbrio entre a geração da energia elétrica e a demanda solicitada pela carga. Está diretamente relacionada com a velocidade rotacional dos geradores. Pequenas variações na frequência ocorrem quando o balanço dinâmico entre a carga e a geração se altera. Assim, a sua duração e magnitude dependem essencialmente da dimensão do desequilíbrio ocorrido, da característica dinâmica da carga e do tempo de resposta do sistema de geração às variações de potência. Podem ser causados por faltas no sistema de transmissão ou desconexão de grandes blocos de cargas ou de um grande grupo de geradores.

2.3. CONCLUSÃO

Observa-se que não existe consenso internacional sobre a conceituação da qualidade da energia elétrica fornecida aos consumidores. A utilização de terminologias diferenciadas pode conduzir a interpretações errôneas na aplicação de normas estrangeiras. Mesmo no âmbito nacional, não existe um conceito unificado para qualidade de energia elétrica ou uma nomenclatura única que identifique os distúrbios que afetam a rede e que estão associados à falta de qualidade.

Um dos grandes conflitos que envolvem QEE é a questão das diferentes filosofias que são adotadas por pessoas de diferentes áreas do conhecimento e interesses comerciais. Muitos dos problemas relacionados com QEE requerem a interpretação de normas e regulamentos, ou mesmo de dados, que nem sempre são analisados da mesma forma e podem levar a resultados bastante diferentes a depender do grau de envolvimento do responsável com o tema. Percebe-se claramente este fato, quando se observa nas bibliografias existentes sobre o assunto, as descrições mais diversas sobre um mesmo tema e que, algumas vezes, chegam a ser divergentes.

Fica evidente a necessidade de criação de nomenclatura específica e unificada para este tema, a fim de que as discussões geradas tenham consistência única e forneçam informações claras sobre o assunto. Desta forma, qualquer novo documento oficial elaborado será de fácil assimilação e aplicação pelos usuários. Esta nomenclatura

deve levar em consideração esforços internacionais para unificação de terminologias ou a criação de um dicionário próprio que faça a conexão com os diversos termos empregados.

CAPÍTULO III – CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO QUANTO À QUALIDADE DE ENERGIA

O Sistema Elétrico possui características, como frequência e tensão, que identificam o produto que está sendo fornecido ao consumidor. Entretanto, não são somente estas que caracterizam a qualidade do fornecimento de energia, existem outros aspectos a serem considerados quando se analisa este assunto. A Qualidade de Energia Elétrica é um tema bastante complexo, que abrange vários agentes – EEE, consumidores e fabricantes -, devendo ser discutido amplamente por todos.

O tópico **Qualidade de Energia Elétrica** encontra-se em plena fase de discussão, com normas sendo revistas e regulamentos sendo editados ou revisados continuamente. No mundo inteiro já existem diversos organismos que trabalham em função do desenvolvimento de regras e metas de qualidade a serem atingidas pelos mais diversos ramos de atividades. O cumprimento de certos padrões de qualidade, que estão definidos em normas nacionais e internacionais, é cada vez mais exigido comercialmente, tanto nas etapas de fabricação quanto no produto final.

Este capítulo apresenta a situação atual das normas e regulamentos internacionais, identificando os pontos que ainda devem ser avaliados no futuro. Serão também enfocados aspectos da história da legislação brasileira sobre QEE e da situação atual da legislação vigente, apontado os aspectos ainda não contemplados.

3.1. SITUAÇÃO INTERNACIONAL DA QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA

O conceito de compatibilidade entre carga e fonte não é novo. A necessidade de suprir energia com tensão e frequência de valores fixos foi reconhecida desde o início da indústria de energia. Aliás, foi este reconhecimento dos problemas existentes que norteou o desenvolvimento de normas que contribuíram para redução das ocorrências existentes.

Com o crescimento no uso de iluminação e motores elétricos, ampliou-se as expectativas sobre a qualidade da energia elétrica fornecida. Durante os anos 30, as EEE descobriram que deveriam prestar mais atenção aos distúrbios de tensão causados nas linhas de distribuição pelos equipamentos dos consumidores. Com a popularização dos aparelhos de ar condicionado, durante os anos 50, novo problema foi inserido, pois a corrente de partida dos primeiros modelos de compressores causava queda significativa no valor da tensão, afetando outros equipamentos.

Segundo Bollen (2000), a mais velha menção do termo *power quality*, como é utilizado nos Estados Unidos da América – EUA, foi feita em uma publicação de 1968 que detalhou um estudo elaborado pela marinha desse país para especificação de requisitos de energia para equipamentos eletrônicos.

Em 1970, a qualidade de potência começou a ser mencionada como um dos alvos dos projetistas de sistemas industriais de potência, juntamente com segurança, confiabilidade e baixos custos iniciais e de operação. Na mesma época, o termo qualidade de tensão começou a ser empregado nos países escandinavos e na União Soviética, com referência a variações lentas na magnitude da tensão (Bollen, 2000).

Existe um interesse mundial no estabelecimento de normas para a solução dos problemas que afetam a qualidade de energia. A QEE vem sendo avaliada internacionalmente considerando-se os seguintes enfoques: normas, emitidas por organizações privadas sem fins lucrativos (associações de fabricantes, laboratórios, organizações de usuários etc.) normalmente voluntárias e sem poder legal, e legislações, normalmente emitidas por agências reguladoras ou órgãos governamentais. No Anexo 2 é apresentada uma lista com diversas normas internacionais sobre compatibilidade eletromagnética, em vigência atualmente.

No âmbito internacional, prevalecem as normas IEC, órgão internacional de normas e conformidade no campo de eletrotecnologia, com sede na Suíça. Este organismo vem elaborando normas dentro da categoria compatibilidade eletromagnética (*Electromagnetic Compatibility – EMC*) que tem a ver com a interação mútua entre equipamentos e entre equipamento e rede de alimentação. Dentro do tema EMC, dois termos são amplamente empregados: emissão, que se refere à poluição eletromagnética produzida por um dispositivo, e imunidade, que compreende a habilidade do dispositivo para suportar a poluição eletromagnética.

As normas do IEC cobrem as seguintes categorias (Bollen, 2000) (MacGranahan, 1999?):

- a) Gerais: definições, terminologias etc.;
- b) Meio: características do ambiente onde será utilizado o equipamento;
- c) Limites: níveis permissíveis dos distúrbios que podem se causados por equipamentos conectados ao sistema elétrico;
- d) Técnicas de teste e medição: procedimentos para teste e aplicação de equipamentos de medição para avaliação de distúrbios;
- e) Guia de mitigação: indicação de equipamentos para solucionar problemas de qualidade de energia elétrica;
- f) Normas genéricas e de produtos: níveis de imunidades requeridos para equipamentos em geral ou de tipos específicos.

O IEC possui diversas normas aplicáveis para qualidade de energia, conforme pode ser visto no Anexo 2. Uma das principais é a **IEC 61000-3** que dispõe sobre os limites de harmônicos em sistemas distribuição, sendo as partes mais importantes:

- a) **IEC 61000-3-2** - limites de emissão de harmônicos de corrente para equipamentos de baixa tensão com corrente nominal igual ou inferior 16A;
- b) **IEC 61000-3-3** – limites de flutuações de tensão e cintilação para equipamentos de baixa tensão com corrente nominal igual ou inferior 16A;
- c) **IEC 61000-3-4** – limites de emissão de harmônicos de corrente para cargas conectadas à baixa tensão com corrente superior a 16A;
- d) **IEC 61000-3-5** – limites de flutuações de tensão e cintilação para cargas conectadas à baixa tensão com corrente superior a 16A.

Nos EUA, a normalização é desenvolvida por diversos organismos, entre eles o IEEE e a ANSI, além de organizações de fabricantes de equipamentos, como a *National Electrical Manufacturers Association* – NEMA e o *Information Technology Industry Council* – ITIC (mais conhecido como *Computer and Business Equipment Manufacturers Association* – CBEMA), sendo que existem também normas de segurança como o *National Electric Code* – NEC. Os aspectos legais e de segurança em caso de conflito serão definidos segundo o NEC. Assim, se recomenda a adequação dos

equipamentos fabricados às condições estabelecidas para que o mesmo opere de forma satisfatória, ao invés de inserir alterações no código a cada novo equipamento lançado no mercado (MacGranahan, 199?).

As principais normas do IEEE empregadas na área de qualidade de energia se reportam aos seguintes assuntos: monitoração/medição de qualidade de energia, distorções na forma de onda da tensão e alimentação/aterramento. São elas:

- a) **IEEE 1159-1995 Monitoring Electric Power Quality** - define a terminologia a ser empregada e as formas de monitoração e medição dos fenômenos.
- b) **IEEE 519-1992 Harmonic Control in Electrical Power Systems** - estabelece limites de distorção de tensão e harmônicos de corrente no ponto de acoplamento comum (PAC) do consumidor à rede elétrica.
- c) **IEEE 1100-1992 Powering and Grounding Electronic Equipment (Emerald Book)** - recomenda práticas adequadas para projeto, instalação, manutenção, alimentação e aterramento de equipamentos eletrônicos sensíveis.

A ANSI é uma instituição que administra e coordena a normalização voluntária e a conformidade nos EUA. Na realidade, este não é um organismo para desenvolvimento de normas, mas sim de fomento, trabalhando no consenso entre os diversos grupos que se dedicam a elaborar normas a nível nacional. Dedicar-se, ainda, a encorajar a utilização das normas internacionais, desde que atendam aos interesses do mercado norte-americano. Para tal, tem participação em organismos internacionais como o IEC e a *International Organization for Standardization – ISO*.

Com a proliferação dos computadores, surgiu a necessidade de definir limites de suportabilidade destes equipamentos em relação a variações momentâneas e limites normais da tensão para que o equipamento opere de maneira apropriada e não sofra danos. Desta forma, foi criada a curva ITIC (curva CBEMA), conforme pode ser visto no Anexo 3, que descreve como o equipamento de tecnologia de informação deve responder a variações de tensão em função da duração do evento e se aplica a tensão de alimentação de 120V, 208/120V e 120/240V.

As normas norte-americanas emitidas por organizações como ANSI e IEEE, não possuem a estrutura das normas do IEC. Por outro lado, as normas do IEEE apresentam

um conteúdo mais prático e alguns conceitos teóricos sobre os fenômenos, tornando esses documentos muito úteis como referência fora dos EUA.

Na Comunidade Econômica Européia – CEE (*European Economic Community – EEC*), os produtos comercializados devem passar por um processo de aprovação para receber a marca de conformidade (*CE marking*) com as diretrizes européias e com as normas harmonizadas¹. A depender do tipo de produto a ser submetido, as diretrizes se dividem em: básicas, genéricas e de produtos específicos (Sheeglen Associates Management Service,??).

As diretrizes básicas se aplicam a todos os fabricantes de produtos, nos aspectos de comercialização, segurança, responsabilidades etc. As diretrizes genéricas são aplicadas a um grupo de produtos, como os que operam dentro de determinada faixa de tensão ou produtos que podem gerar radio-interferência. Essas diretivas abrangem o setor não regulado de produtos, tais como equipamentos de tecnologia de informação, eletrodomésticos etc. As diretrizes de produtos específicos aplicam-se ao setor de produtos regulados, como o de equipamentos de telecomunicação e dispositivos médicos, assim como outros produtos considerados de grande perigo (TUV Rheinland of North America INC., ??).

A diretriz que está associada à compatibilidade eletromagnética é a **EMC Directive 89/336/EEC**. Esse documento determina os requisitos para o controle de emissões e imunidade de todos os equipamentos elétricos e eletrônicos, especialmente eletrodomésticos e equipamentos de tecnologia de informação, processamento de dados, telecomunicação e maquinaria. Alguns produtos, como automóveis e dispositivos médicos estão sujeitos à diretriz específica no que tange a EMC, a qual tem prioridade sobre a diretriz genérica.

Também na Austrália os produtos comercializados devem ser pré-aprovados para entrar no mercado e poder utilizar a marca de aprovação (*C-tick*), sendo que a *Australian Communications Authority – ACA* é o órgão responsável pela elaboração das normas a serem seguidas. A Austrália e a Nova Zelândia adotam as mesmas normas (*Australian/New Zealand Standards – AS/NZS*), com apenas alguns desvios. As normas sobre EMC são derivadas das normas internacionais harmonizadas do

¹ Normas harmonizadas são normas ratificadas pela União Européia (European Union – EU) e publicadas no Jornal Oficial da EU, cuja identificação é feita pelo prefixo EN.

International Special Committee on Radio Interference – CISPR, do IEC, podendo divergir em interpretação e aplicação de alguns casos das diretrizes europeias sobre EMC e das normas publicadas pelo *Federal Communications Commission* – FCC² dos EUA (Zombolas, 2000). No Anexo 2 está apresentada uma lista com algumas das normas da ACA.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT é o organismo responsável pela elaboração de normas em geral (Norma Brasileira – NBR). A fim de compatibilizar muitas das normas existentes internacionalmente, a ABNT é associada ao IEC. Desta forma, todas as normas IEC sem equivalente nacional aplicam-se ao país. Existem também documentos emitidos pelo Grupo Coordenador para Operação Interligada – GCOI e pelo Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos – GCPS que contêm recomendações sobre procedimento e limites de distorção harmônica, desequilíbrio de tensão e cintilação, principalmente sobre estudos desenvolvidos no setor industrial para consumidores com cargas especiais³.

No que se refere à legislação, em geral existe a publicação de documentos que definem padrões mínimos de qualidade, muitas vezes considerando a utilização de indicadores e a aplicação de penalidades em caso de descumprimento dos limites. Entretanto, este não é um procedimento corrente para todos os países, existe uma diversidade de metodologias e procedimentos adotados atualmente (CSPE, 1997).

Na Inglaterra e Argentina existem padrões coletivos e individuais e multas por descumprimento. Os padrões estão divididos em dois tipos de padrões:

- a) Individuais – pagamento de indenizações por descumprimento dos prazos (exceto por mau tempo ou causa fora do controle).
- b) Globais – estabelecimento de quantidade mínima de serviços prestados dentro de determinado prazo. Neste caso, não existe obrigação de pagar multas, mas deve haver a prestação de contas aos clientes.

A França possui uma empresa estatal, a *Electricité de France* – EDF, que tem o compromisso de seguir os padrões determinados, inexistindo penalidades por

² Federal Communications Commission é uma agência independente do governo encarregada de regular as comunicações entre os estados e internacionais por rádio, televisão, cabo e satélite.

³ Cargas especiais são aquelas que, durante a sua operação normal, são susceptíveis de provocar distorção, flutuação, desequilíbrio ou afundamento da tensão do sistema elétrico ao qual está conectada (Bronzeado, 1986).

descumprimento. A indenização por descumprimento somente é efetuada com o pedido do consumidor. Para continuidade e atendimento, o valor da multa é fixo.

Na Europa e nos EUA, não existem padrões e penalidades fixados por órgão regulador; adotam-se as normas e valores de referência definidos por organizações e instituições especializadas. Bolívia, Chile, Peru, Colômbia caracterizam os seguintes aspectos: produto, serviço técnico e atendimento, havendo multas por descumprimento. Na Espanha a qualidade da energia é medida através de índice de continuidade, existindo exigências de caráter global para os clientes de uma mesma área, havendo reflexos diretos na remuneração da prestação do serviço.

O Brasil também possui uma estrutura legislativa (regulatória) sobre o controle da qualidade, ainda que limitada aos aspectos de continuidade e variação da tensão, que será apresentada nos itens seguintes.

3.2. BREVE HISTÓRICO DA QUALIDADE DE ENERGIA NO BRASIL

A primeira menção sobre qualidade de energia elétrica foi feita no Código de Águas, através do Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, estabelecendo que o fornecimento de energia deveria ser feito de forma adequada.

Na década de 70, as principais causas de reclamações por parte dos consumidores no que tange à qualidade do fornecimento de energia elétrica se referia às interrupções de alimentação. Assim, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE identificou a necessidade de conceituar “serviço adequado” e definir parâmetros para delimitação dos níveis de tensão e acompanhamento da qualidade do fornecimento de energia elétrica. Em de abril de 1978, o DNAEE editou as Portarias n.º 046, sobre a continuidade de serviço, e n.º 047, sobre os níveis de tensões de fornecimento e os limites de variações das tensões em geral, com a finalidade de regulamentar as “condições técnicas e a qualidade do serviço de energia elétrica” a serem observadas pelas Empresas de Energia Elétrica – EEE.

A partir daí surgiram os índices relativos à continuidade de serviço, que são empregados até hoje e permitem o acompanhamento de duração e números de faltas de energia. Dando continuidade a este processo, o DNAEE lançou a Portaria n.º 031, em abril de 1980, estabelecendo a metodologia a ser adotada pelas empresas supridoras

para apuração dos índices de continuidade de suprimento dos sistemas elétricos. Esta Portaria estabeleceu os índices relativos à continuidade de serviço, referentes ao “suprimento de energia elétrica”.

É importante chamar a atenção para a forma de apuração destes índices. Para os índices de continuidade de fornecimento são computadas todas as interrupções, ocorridas em qualquer parte do sistema elétrico independente de sua natureza - programadas, acidentais, manobras etc. -, porém não são consideradas as interrupções com duração inferior a 03 (três) minutos, aquelas causadas por falha nas instalações do próprio consumidor, desde que não afete outros consumidores, ou por motivo de racionamento determinado em lei. Enquanto que os índices de continuidade referentes ao suprimento são apurados considerando todas as interrupções que afetem os supridos ou pontos de interligação alimentados pelo supridor considerado, independente de sua origem, incluindo-se as programadas, mas com exceções às interrupções com duração inferior a 01 (um) minuto e aquelas causadas por operação de dispositivos do próprio consumidor ou por falha em seus sistemas, desde que não afete outros consumidores.

Já para os limites de variação de tensão de fornecimento, foram estabelecidos apenas os limites de variação da tensão nominal do sistema e os valores adequados e o limite precário, sendo este último previsto para o caso de manobra para transferência de carga ou defeito em equipamentos, com duração inferior a 05 (cinco) dias. Ou seja, não são consideradas as variações momentâneas de tensão que podem afetar cargas mais sensíveis.

No entanto, esta preocupação já existia e as Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS passou a estudar o assunto desde então, discutindo critérios e métodos para o atendimento a consumidores com cargas não-lineares⁴, chamadas de cargas especiais. Ainda em 1978, a ELETROBRÁS publicou o documento **Critérios e Metodologias para o Atendimento de Consumidores com Cargas Especiais**, o qual foi revisado em 1984 para inclusão das experiências operacionais das EEE. Este documento propôs critérios, procedimentos técnicos e limites basicamente relacionados com o controle de distúrbios de natureza quase-permanente (distorções harmônicas, flutuações e desequilíbrios de tensão) causados por cargas não-lineares, visando a redução do impacto da operação destas cargas sobre outras que estivessem

⁴ Cargas nas quais a corrente instantânea não varia linearmente em relação à tensão aplicada.

eletricamente próximas. Nova revisão foi realizado em 1993 para incorporar as experiências dos grupos de trabalho compostos na *Conseil Internationale des Grands Réseaux Eléctriques a Haute Tension – CIGRÉ*, na *Union Internationnale des Applications de l'Electricité – UIE*, na *International Electrotechnical Commission - IEC* e no *Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE*, além atualizar em relação às novas experiências das EEE.

Em 1989, foi editada a Portaria DNAEE n.º 04 com o intuito de revisar a Portaria DNAEE n.º 047/78, redefinindo os limites de variação de tensões que deveriam ser observados. No entanto, não foram estabelecidas penalidades para a não observância destes limites.

Criou-se, então, um clima de debate em torno do tema. Diversas entidades que representam grandes consumidores, como o Instituto Brasileiro de Siderurgia – IBS e a Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia – ABRACE, participaram amplamente das discussões com relação aos limites estabelecidos na última revisão do relatório da ELETROBRÁS. Durante este trabalho estas duas instituições elaboraram uma proposta para incorporar a participação dos consumidores industriais no processo de definição de novos padrões de qualidade de energia. Contribuições importantes também foram dadas por instituições de ensino e centros de pesquisa, através da promoção de discussões sobre o tema em seminários e *workshops*.

Com as mudanças ocorridas no País diante da globalização das economias, criou-se o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade – PBQ e o Plano Especial de Melhoria da Eficiência do Setor Elétrico – PMS. Com a implantação deste último, percebeu-se a grande importância dos índices de continuidade de fornecimento definidos na Portaria DNAEE de n.º 046/78 para a avaliação do desempenho do sistema elétrico. Diante deste novo contexto, o DNAEE resolveu criar, através da Portaria n.º 293/92, um grupo de trabalho para reavaliar os índices existentes e adequá-los à nova realidade. Este grupo foi formado por representantes da ELETROBRÁS, do Comitê de Distribuição – CODI, do Comitê Coordenador de Operações Norte/Nordeste – CCON, do Grupo Técnico Operacional da Região Norte – GTON e da Associação Brasileira de Concessionários de Energia Elétrica – ABCE.

Com o andamento dos trabalhos, o grupo percebeu a preemência de estudar e definir modelos que melhor representassem a qualidade do fornecimento de energia

elétrica. Para tal foi editada a Portaria DNAEE de n.º 163/93, visando ampliar a abrangência dos estudos descritos na Portaria DNAEE n.º 293/92.

Um dos primeiros passos dados pelo grupo foi a avaliação da implantação dos índices e parâmetros definidos pelas Portarias DNAEE n.º 046/78 e n.º 047/78 em todo o País. Foi verificado que as EEE já possuíam uma metodologia de acompanhamento dos níveis de tensão e dos índices de continuidade para o fornecimento de energia para 92% dos consumidores. Como produto final, o grupo gerou um relatório contendo uma modelagem de acordo com a experiência nacional na época abrangendo o fornecimento e o suprimento de energia elétrica.

Diversos estudos foram realizados, contemplando principalmente os consumidores com cargas especiais. Estes estudos geraram vários documentos contendo procedimentos e metodologias para avaliação da QEE, bem como recomendações de limites para determinados tipos de distúrbios.

Um trabalho interessante vinha sendo desenvolvido dentro da ELETROBRÁS desde 1978, gerando diversos documentos sobre procedimentos e critérios para atendimento a consumidores com cargas especiais. Em dezembro de 1996, o Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos – GCPS compatibilizou os documentos existentes sobre a operação e o planejamento do atendimento de consumidores com cargas especiais e lançou um novo documento, que foi novamente atualizada em novembro de 1997, contendo limites, responsabilidades, e procedimentos aplicáveis a consumidores que causavam distúrbios a redes de transmissão e subtransmissão (com tensão igual ou superior a 13,8kV).

Em 1996, ocorreu o I Seminário Brasileiro sobre Qualidade de Energia Elétrica, que iniciou um processo mais sistematizado de discussão sobre o tema, agindo como agente de troca de informações entre os diversos pesquisadores da área. A partir daí a disseminação de informações no âmbito nacional foi incrementada, gerando maior interação entre os agentes, inclusive fabricantes de equipamentos. Atualmente, este evento está em sua quarta edição.

Importante contribuição foi dada pelo DNAEE, em agosto de 1997, com a emissão do **Manual de Implantação da Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica**, objetivando o detalhamento do modelo matemático da Portaria DNAEE n.º 163/93, através do estabelecimento das fórmulas dos índices de qualidade e da discriminação da metodologia para obtenção dos parâmetros envolvidos e para a coleta

dos respectivos dados de formação. O Manual também apresentou o modo de implantação do modelo, descrevendo de forma detalhada a abrangência e as formas de organização e gerenciamento dos dados a serem coletados, bem como o estabelecimento dos procedimentos de sua coleta, transmissão, tratamento, apresentação, etc.

Outro documento importante foi lançado em dezembro de 1997 pela Secretaria de Energia do Estado de São Paulo, através da Comissão de Serviços Públicos de Energia – CSPE, que teve por denominação **Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica - Indicadores, Padrões e Penalidades** e se destinou a propor uma metodologia para controle dos parâmetros que afetam de forma direta o comportamento da qualidade na prestação do serviço de energia elétrica.

Esse trabalho caracterizou as premissas básicas para o estabelecimento dos índices de qualidade, como por exemplo, a sua obtenção a partir de parâmetros estatísticos dos componentes do sistema em diferentes níveis de agregação (local, global, regional, por modo de falha, por nível de tensão etc.) e o atendimento a empresas com portes distintos. Dois dos principais focos de estudo foram o nível de tensão de fornecimento ao consumidor e os limites legais de variação desta. Além disso, foram definidos novos indicadores de qualidade para o acompanhamento do desempenho do sistema elétrico no que tange a continuidade e conformidade no fornecimento e no suprimento de energia elétrica. Foi previsto, ainda, um índice para avaliação do grau de satisfação do consumidor.

Neste momento o processo de reestruturação do setor elétrico, iniciado em 1996 através da implantação do Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro - RESEB, começava a tomar formas mais definitivas. O modelo de reestruturação do setor elétrico brasileiro teve como pontos principais a desverticalização das empresas, a implantação de um modelo comercial competitivo, a garantia do livre acesso à rede e a redução do papel do Estado nas funções empresariais no setor, o que vem ocorrendo com a privatização das empresas existentes e a licitação da expansão. Também fez parte do novo modelo a instituição de entidades especializadas para executar as funções de regulação, planejamento da expansão/operação e financiamento do setor; são elas: O Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e o Mercado Atacadista de Energia – MAE.

O ONS possui a responsabilidade de manter os ganhos resultantes da otimização da operação dos sistemas de transmissão e geração de energia elétrica. A ANEEL tem a

missão de promover condições adequadas para o desenvolvimento do mercado de energia elétrica de forma que exista equilíbrio entre os agentes e beneficiando da sociedade. No MAE são processadas as atividades comerciais de compra e venda de energia elétrica através de contratos bilaterais e de negociações em curto prazo. Com a extinção do DNAEE e a instituição da ANEEL, em 1997, o processo de busca da melhoria da qualidade de energia elétrica não foi interrompido, continuando-se os estudos sobre o assunto.

Em janeiro de 2000, a ANEEL editou a Resolução n.º 024, que estabeleceu as disposições relativas à continuidade da distribuição de energia elétrica. Esta resolução instituiu novos índices para a avaliação da descontinuidade de forma individual para as unidades consumidoras e descreveu o modo de cálculo dos índices de continuidade individuais e coletivos, as metas de continuidade e a forma de cálculo das penalidades por violação das metas.

Durante este ano a ANEEL implantou em escala piloto o projeto ARGOS, que é um sistema de Monitoração de Interrupção de Energia Elétrica, desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LATEC. Este sistema permite a monitoração *on line*, com maior confiabilidade, das faltas de energia ocorridas ao consumidor, informando automaticamente a ANEEL a ocorrência através de linha telefônica. Durante o ano de 2001 este sistema esteve sendo aprimorado e consolidado, viabilizando um melhor acompanhamento da qualidade de energia.

Ao final desse ano, foi editada a Resolução ANEEL n.º 456 com vistas a consolidar diversas portarias do DNAEE e atualizar as disposições relativas às condições gerais de fornecimento de energia elétrica. Esta resolução unifica as legislações existentes sobre o relacionamento entre as EEE e os consumidores, abrangendo, inclusive, a questão do controle do fator de potência para os consumidores do Grupo A⁵.

Em paralelo, o ONS vem elaborando, em ação conjunta com diversos agentes do setor elétrico, um trabalho denominado Procedimentos de Rede, que visa a melhoria e o controle da qualidade da energia elétrica. Este documento estabelece os procedimentos e os requisitos técnicos que devem ser empregados para planejamento, implantação, uso

⁵ Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3kV, ou, ainda, atendidas em tensão inferior a 2,3kV a partir de sistema subterrâneo (Agência Nacional de Energia Elétrica, 2000).

e operação do sistema elétrico interligado, bem como define as responsabilidades dos agentes e do próprio ONS. O documento é composto por 23 módulos, sendo que o primeiro foi lançado em outubro/2000. No módulo 22 são tratados alguns aspectos de análise de ocorrências e perturbações e definido um indicador para acompanhamento da severidade das perturbações ocorridas, considerando a carga interrompida e o tempo médio de interrupção. As metodologias descritas nos Procedimentos de Rede devem influenciar de forma direta os padrões de qualidade das instalações de transmissão e distribuição do setor elétrico.

Em dezembro de 2001, entrou em vigor a Resolução ANEEL n.º 505 visando a atualização das disposições referentes à conformidade dos níveis de tensão de energia elétrica, através da revisão das premissas definidas nas Portarias DNAEE n.º 047/78 e n.º 04/89. Esta resolução se apresenta como um grande avanço com relação à monitoração e controle das transgressões de tensão. A resolução define metodologias para acompanhamento dos níveis de tensão, como: forma de medição, critérios de amostragem e indicadores individuais e coletivos. Desta forma o órgão regulador poderá acompanhar mensalmente como está o nível da tensão ofertada pelas EEE ao seu mercado, considerando amostras previamente aprovadas pela ANEEL.

De uma forma geral, o Brasil está caminhando para uma definição mais clara quanto aos requisitos de qualidade de energia que devem ser definidos para o sistema elétrico, a fim de garantir a satisfação do consumidor final.

3.3. REQUISITOS DE QUALIDADE PARA O SISTEMA ELÉTRICO NACIONAL

O sistema elétrico nacional possui uma característica marcante: a geração hidrelétrica. Este fator torna o sistema bastante peculiar e dependente das condições pluviométricas. Por conta disto, o sistema precisa de planejamento e acompanhamento bastante acurados, a fim de que não se sucedam problemas de fornecimento devido a baixo nível de água nos reservatórios. Outro aspecto importante é a abertura do mercado, com a entrada de novos agentes, e o processo de re-regulamentação que se encontra em andamento.

O novo modelo do setor elétrico nacional caracteriza-se pela desverticalização através da segregação das funções de geração, transporte e comercialização. A nova

estrutura implica em grandes desafios em matéria de Qualidade de Energia Elétrica – QEE, principalmente para coordenar os interesses e responsabilidades dos diversos agentes (Silva, 2000). Diante deste quadro, a QEE está sendo avaliada continuamente, considerando a participação dos diversos segmentos na definição de normas e procedimentos que garantam as características mínimas necessárias ao serviço prestado.

Assim, para analisar o processo como um todo, a QEE vem sendo avaliada considerando-se a subdivisão do fornecimento de energia nas seguintes partes: produto e serviço. O produto compreende a energia efetivamente disponibilizada para os consumidores. O serviço abrange os aspectos técnicos e comerciais necessários ao efetivo fornecimento do produto. Estes e outros aspectos da análise da QEE guiaram a criação dos indicadores de qualidade existentes atualmente. Os itens seguintes apresentam uma discussão mais detalhada sobre o assunto.

3.3.1 QUALIDADE DO PRODUTO

A qualidade de um produto está diretamente relacionada à sua adequação ao uso, significando o atendimento às necessidades do usuário ao longo do tempo (Borenstein, 1997). A qualidade do produto **energia elétrica** está associada às características da energia entregue, no que tange à sua conformidade com a legislação vigente.

A Portaria DNAEE n.º 047/78 foi a primeira a estabelecer limites de variações das tensões a serem observadas pelas EEE de forma a assegurar o cumprimento das condições técnicas mínimas e a qualidade necessária ao serviço de energia elétrica.

No **Manual de Implantação da Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica** (1997) estão descritos alguns indicadores de conformidade para subsidiar decisões gerenciais de caráter preventivo ou corretivo, permitindo a avaliação econômica da qualidade, bem como possibilitar a quantificação e qualificação o desempenho do sistema. Estes indicadores são:

- a) Quanto à conformidade no fornecimento:
 - Frequência Equivalente de Violação de Tensão – FEV - Representa a proporção de consumidores que receberam energia com níveis de tensão de fornecimento fora dos limites legais.

- Nível Equivalente de Violação de Tensão – NEV - Exprime a média dos níveis de tensão fora dos limites legais, referenciada à tensão de fornecimento, dos consumidores considerados no FEV.
 - Dispersão ou Variação Equivalente de Violação de Tensão – VEV - Representa a variação relativa do NEV, significando o grau de dispersão de cada medida, em torno da média NEV. Exprime o desvio padrão relativo à média NEV.
 - Duração Equivalente de Violação de Tensão – DEV - Exprime a média dos espaços de tempo de ultrapassagem dos limites legais de tensão de cada consumidor, com duração igual ou superior a cinco minutos, no período de observação de vinte e quatro horas.
- b) Quanto à conformidade no suprimento:
- Frequência Equivalente de Interrupção – FREQ - Exprime o número de interrupções que em média, a demanda máxima verificada do conjunto considerado sofreu, no período de observação.
 - Duração Equivalente de Interrupção – DREQ - Representa o espaço de tempo que, em média a demanda máxima verificada do conjunto considerado ficou privada do suprimento de energia elétrica, no período de observação.
 - Energia Interrompida – ENES - Contabiliza a quantidade estimada de energia elétrica não suprida, no período considerado.

A Portaria DNAEE n.º 04/89 estabeleceu os limites precários e adequados para as variações de tensão. Estes limites variavam entre -10,4% e +4,1% para os adequados e 10,0% e 4,2% para os precários. Entretanto, esta resolução não determinou qualquer tipo de penalidade ou forma de avaliação/acompanhamento para as variações de tensão do sistema elétrico.

Já a Resolução ANEEL n.º 505/01, apresentada no Anexo 4, prevê três faixas de classificação: adequada, precária e crítica. Para cada faixa foram estabelecidos os limites de variação da tensão de leitura (TL) em relação à tensão nominal (TN). Um resumo dos limites estabelecidos para as tensões padronizadas por esta resolução pode ser visto nas Figuras 3.1, 3.2 e 3.3.

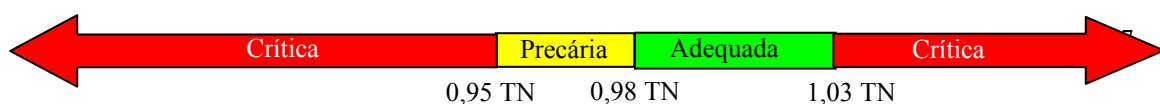


Figura 3.1 - Limites de tensão para tensões nominais iguais ou superiores a 230kV.



Figura 3.2 - Limites de tensão para tensões nominais entre 1kV e 230kV.

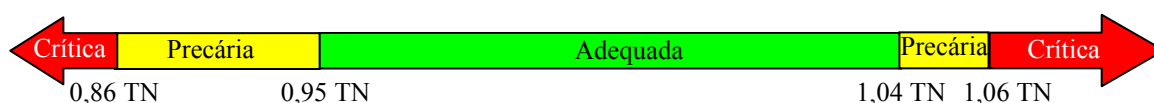


Figura 3.3 - Limites de tensão para tensões nominais iguais ou inferiores a 1kV.

Além disso, esta resolução definiu alguns indicadores individuais e coletivos que caracterizam o nível de transgressão dos valores limites estabelecidos, sendo o índice individual utilizado para o cálculo da restituição ao consumidor pelo serviço inadequado. Estes indicadores são:

- a) Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária – DRP -
Duração relativa das leituras da tensão nas faixas de tensão precária, no período de observação definido, expresso em percentual.
- b) Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica – DRC -
Duração relativa das leituras da tensão nas faixas de tensão crítica, no período de observação definido, expresso em percentual.
- c) Proporção de Unidades Consumidoras com Tensão Crítica – ICC -
Percentual da amostra com transgressão da tensão crítica.

Nessa resolução são também definidos critérios para medição amostral e execução da medição, bem como os requisitos dos equipamentos a serem utilizados na mesma.

Outro documento de referência é o emitido pelo GCPS, em 1997. Esta versão do documento **Critérios e Procedimento para o Atendimento a Consumidores com Cargas Especiais** define alguns indicadores para avaliação e acompanhamento da QEE. São eles:

- a) Distorção harmônica:

- Distorção Harmônica Total – D - somatório quadrático das tensões harmônicas de ordens 2 a 50, expresso em porcentagem (%);
- Fator de Influência Telefônica – TIF⁶ - soma quadrática das tensões harmônicas de ordens 2 a 50, ponderadas pelo fator de peso, que reflete a sensibilidade do ouvido humano em relação à frequência, e por um fator de acoplamento padrão entre a linha de transmissão e uma suposta linha telefônica, expresso em por unidade (pu);
- Interferência Telefônica – IT⁶ - soma quadrática das correntes harmônicas de ordens 2 a 50, ponderadas pelo fator de peso e pelo fator acoplamento, expresso em ampère (A).

b) Flutuação de tensão:

- Nível de Severidade de *Flicker* de Curta Duração – Pst - indica a severidade do efeito visual da cintilação (*flicker*) através de uma avaliação estatística dos níveis instantâneos de cintilação, expressos em por unidade do nível de percepção e verificados em um período especificado de 10 minutos;
- Nível de Severidade de *Flicker* de Longa Duração – Pit - deriva dos valores de Pst obtidos em um período de 02 (duas) horas.

c) Desequilíbrio de tensão:

- Fator de Desequilíbrio de Tensão Duração – K - relação entre as componentes de sequência negativa e positiva da tensão, expressa em porcentagem (%) da componente de sequência positiva.

Os limites definidos nesse documento são aplicáveis “à conexão de consumidores causadores de distúrbios a redes de transmissão e subtransmissão (com tensões iguais ou superiores a 13,8kV)”, sendo extensivas aos equipamentos especiais das próprias EEE. Para a distorção harmônica, estão definidos limites de distorção por

⁶ Para os indicadores TIF e IT não são apresentados valores limites, pois os mesmos não contemplam todos os aspectos necessários para qualificar o sistema avaliado no que tange à interferência telefônica.

ordem da harmônica e para a distorção harmônica total. Para sistema em tensão inferior a 69kV, os limites são os seguintes:

Tabela 3.1 - Limites globais e individuais para distúrbios definidos no documento Critérios e Procedimento para o Atendimento a Consumidores com Cargas Especiais.

	Global	Individual
Distorção harmônica total (D)	6%	3%
Severidade de flicker de curta duração (Pst)	1	0,6
Severidade de flicker de longa duração (Pit)	0,8	0,5
Fator de equilíbrio de tensão (K)	$\leq 2\%$	$\leq 1,5\%$

- a) A DHT global deve ser igual a 6% (seis por cento) e a individual, 3% (três por cento);
- b) A severidade do *flicker* de curta duração

O Anexo 1 traz as tabelas detalhadas contendo os limites recomendados nesse documento.

3.3.2 QUALIDADE DO SERVIÇO

A continuidade de determinado serviço tem influência direta na satisfação do consumidor, que está habituado a ter o serviço sempre à sua disposição. A qualidade do serviço compreende aspectos ligados à minimização das interrupções no fornecimento/suprimento de energia elétrica.

Foi com a Portaria DNAEE n.º 046/78 que se iniciou o processo de estabelecimento de indicadores para o acompanhamento da continuidade do fornecimento de energia elétrica. Esta portaria definiu os primeiros indicadores para acompanhamento da continuidade no fornecimento de energia elétrica:

- a) Duração Equivalente de Interrupção – DEC - Exprime o espaço de tempo em que, em média, cada consumidor do conjunto considerado ficou privado de fornecimento de energia elétrica, no período de observação.

- b) Frequência Equivalente de Interrupção – FEC - Representa o número de interrupções que, em média, cada consumidor do conjunto considerado sofreu, no período de observação.

Esta portaria determinou a forma de cálculo e de apuração e as metas para os indicadores definidos e estabeleceu metas específicas para as interrupções que ocorram para cada consumidor individualmente. Entretanto, não faz qualquer alusão à forma de penalização pelo não cumprimento dessas metas.

Portaria DNAEE n.º 031/80 definiu os índices para avaliação das falhas ocorridas no sistema de suprimento por motivo de interrupção advinda de qualquer dos vários segmentos do sistema, dentro do período de tempo definido, foram:

- a) Duração Equivalente de Interrupção em Suprimento – DEKS - Espaço de tempo em que, em média, cada suprimento ou ponto de interligação considerado ficou privado de suprimento de energia elétrica.
- b) Frequência Equivalente de Interrupção em Suprimento – FEKS - Número de interrupções que, em média, cada suprimento ou ponto de interligação considerado sofreu.

Os indicadores estabelecidos nesta portaria eram utilizados apenas para o fornecimento de informações sobre o sistema elétrico, sem determinar qualquer tipo de penalidade pela não apuração dos dados, bem como não estabelecendo metas ou penalidades pelo seu descumprimento.

Para avaliação e acompanhamento da continuidade do fornecimento de energia elétrica, o **Manual de Implantação da Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica** apontou alguns índices para acompanhamento da qualidade a energia fornecida, quais sejam:

- a) Duração Equivalente de Interrupção por Potência – DEP - Exprime o espaço de tempo que, em média, a potência do conjunto considerado ficou privado do fornecimento de energia elétrica, no período de observação.
- b) Frequência Equivalente de Interrupção por Potência – FEP - Representa o número de interrupções, em média, a potência do conjunto considerado sofreu, no período de observação.

- c) Número de Interrupções de Curta e Longa Duração - ICD/ILD - O ICD exprime o número de interrupções com duração inferior a 1 (um) minuto e o ILD representa o número de interrupções para intervalos com duração igual ou superior a 1 (um) minuto.

O Manual definiu a forma de cálculo destes indicadores, mas não apresentou valores ou metas a serem atingidos pelas EEE.

A Resolução ANEEL n.º 024/00, apresentada no Anexo 5, institui também os indicadores de conjunto de consumidores DEC e FEC, e cria outros três indicadores individuais: de duração e de frequência de interrupção e de duração máxima de interrupção contínua por unidade consumidora:

- a) Duração de Interrupção por Unidade Consumidora – DIC - Tempo que uma unidade consumidora ficou sem energia elétrica durante um período considerado.
- b) Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora – FIC - Número de vezes que uma unidade consumidora ficou sem energia elétrica durante um período considerado.
- c) Duração Máxima de Interrupção por Unidade Consumidora – DMIC - Limita o tempo máximo de cada interrupção. Esse indicador passará a ser controlado a partir de 2003 e visa que a concessionária deixe o consumidor sem energia elétrica durante um período muito longo.

Um dos pontos importantes desta resolução é a imposição de penalidades para o descumprimento das metas dos índices de continuidade, inexistente na Portaria DNAEE n.º 046/78. Os indicadores consideram todas as interrupções que atingirem a unidade consumidora, com exceção de falha na instalação do consumidor ou por obra de interesse do mesmo, com duração superior a 01 (um) ou 03 (três) minutos a depender do disposto no contrato de concessão. Ou seja, as interrupções de duração inferior a 01 (um) minuto ainda continuam sem qualquer legislação que regule sua ocorrência.

3.3.3 QUALIDADE DO ATENDIMENTO

A qualidade do atendimento trata das relações entre cliente e fornecedor do serviço/produto no que tange à energia elétrica são considerados os seguintes atendimentos para definição da qualidade do serviço: comercial e em situações de emergência.

O atendimento comercial compreende os serviços rotineiros de religações, faturamento, elaboração de estudos, novas ligações etc. o atendimento de emergência corresponde à resposta da EE às reclamações dos consumidores devido a ocorrências na rede de suprimento, que podem causar interrupções no fornecimento.

A CSPE (1997) definiu alguns indicadores para qualificar os serviços prestados. São eles:

- a) Tempo de Atendimento – TA - Tempo total de atendimento a uma ocorrência, excluindo as relativas a iluminação pública.
- b) Tempo de Atendimento Individual – TAI - Tempo máximo para atendimento a uma ocorrência, de forma individual, até o restabelecimento do serviço.
- c) Tempo Médio de Atendimento – TMA - Quociente entre o somatório dos tempos decorrido desde o momento da informação de cada ocorrência até o restabelecimento do serviço ou finalização do atendimento, e o número de ocorrências verificadas no período.
- d) Tempo Médio de Elaboração de Estudos e orçamentos de Serviços na Rede – TME- Tempo médio que cada consumidor aguarda para ser informado dos resultados dos estudos e projetos a serem desenvolvidos para atendimento à sua solicitação, assim como do valor referente ao orçamento dos serviços a serem realizados na rede em função desta.
- e) Tempo Médio de Ligação Nova – TML - Período médio em que cada novo consumidor a ser ligado à rede de baixa tensão espera a efetivação do serviço, considerando ser desnecessária a realização de obras na rede.
- f) Tempo Médio de Religação – TMR - Tempo médio que cada consumidor ligado em baixa tensão aguarda a efetivação do serviço de religação, após a verificação de inexistência do fato gerador do corte.

- g) Tempo Médio de Execução de Serviços na Rede – TMS - Tempo médio que cada consumidor ligado em baixa tensão aguarda a realização de obras na rede de distribuição necessárias ao atendimento da solicitação do consumidor, após a apresentação do orçamento e do projeto ao consumidor e sua aprovação e pagamento, caso exista.
- h) Tempo X% de Atendimento – TX% - Maior tempo de atendimento das primeiras X% ocorrências de um conjunto, no período de apuração, considerando-se a ordenação do universo das ocorrências segundo os tempos de atendimentos.

Em novembro de 2000 foi publicada a Resolução ANEEL n.º 456 para atualizar e consolidar as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. Esta resolução estabelece critérios e prazos para diversos procedimentos concernentes ao atendimento comercial, tais como: leitura e faturamento, suspensão de fornecimento, religação, pagamento etc.

3.3.4 OUTROS ASPECTOS

Alguns aspectos como segurança, satisfação dos clientes e perdas também podem ser utilizados para avaliar a qualidade do serviço de fornecimento de energia elétrica.

O aspecto de satisfação do cliente é avaliado através do Índice de Satisfação do Consumidor – SAC, que é determinado a partir de um conjunto de indicadores que são definidos através de pesquisa de opinião junto aos consumidores quanto à sua conscientização em relação à qualidade do serviço prestado pela EEE. Este indicador serve para orientar fiscalizações e auditorias a serem executadas pelos órgãos fiscalizadores nas EEE.

A segurança permite que se avalie, através dos relatórios de ocorrências de acidentes emitidos pelas EEE, a atuação das mesmas na segurança das instalações e facilitando a correção mais rápida dos problemas verificados.

As perdas comerciais têm forte impacto na operação da empresa de energia, servindo como forte indicador de eficientização da mesma. A CSPE (1997) definiu os seguintes índices para avaliação das perdas:

- a) Porcentagem de Perdas Comerciais – PPC - Relação entre as perdas em determinado sistema e a soma da energia faturada e do consumo próprio, em termos percentuais.
- b) Porcentagem de Perdas Totais – PPT - Energia total perdida em determinado sistema, expressa em relação à energia comprada somada à energia gerada pela EEE, em termos percentuais.

Outro aspecto importante que deve ser considerado é o custo da implementação dos requisitos de qualidade de fornecimento de energia elétrica. Este deve ser avaliado para que o equilíbrio econômico-financeiro da concessão seja mantido e que as metas estabelecidas sejam alcançadas. Também se deve levar em consideração as necessidades dos consumidores, que cada vez mais possuem equipamentos sensíveis e necessitam de um serviço mais confiável. Desta forma, consumidores e EEE devem dividir de forma satisfatória para ambos as responsabilidades sobre o custo da energia a ser fornecida.

3.4. CONCLUSÃO

Internacionalmente, o estabelecimento de normas e procedimentos de avaliação de sistemas para verificação e melhoria de qualidade da energia elétrica encontra-se bastante adiantado. Em geral, as normas do IEC e do IEEE são adotadas pela maioria dos países ou estes possuem similares. Atualmente muitos documentos foram publicados e alguns já foram ou estão sendo revisados. Entretanto, ainda existe muita controvérsia sobre o tema qualidade de energia e muita discussão deve ser feita sobre o tema a fim de que os aspectos a serem abordados pelas normas atendam as necessidades dos agentes envolvidos.

No que tange a legislação, nem todos os países possuem instrumentos legais que determinem metas ou limites para os problemas que afetam a qualidade de energia. Ainda, poucos apresentam penalizações para as empresas que descumprirem os valores determinados nos documentos legais.

Em termos nacionais, existem estudos desenvolvidos por empresas estatais, como os elaborados pelo GCOI, da ELETROBRÁS, a partir dos quais tem emitido documentos sobre avaliações desenvolvidas principalmente no setor industrial para consumidores com cargas especiais. Na mesma linha, algumas universidades também têm realizado pesquisas para avaliação de equipamentos específicos e sua interação com a rede de alimentação. Outra instituição bastante ligada à área de qualidade é a ABNT que, como órgão centralizador da elaboração de normas e procedimentos, vem ampliando a gama de documentos existentes além de estar continuamente reavaliando as existentes, a fim de que existam normas adequadas à realidade do setor elétrico, o qual está em constante aprimoramento tecnológico.

Com relação à legislação, o Brasil ainda não apresenta um acervo legal suficientemente amplo a respeito do tema. O principal foco das resoluções vigentes é a continuidade dos serviços, no que se refere à quantidade e duração das faltas de energia, e variação da tensão. Outro aspecto importante é o foco dos estudos que vem sendo desenvolvidos para avaliar a influência das cargas dos consumidores nos problemas de QEE. Muitos estudos já foram desenvolvidos para avaliar o setor industrial. Entretanto, outros tipos de consumidores não tem tido a mesma atenção. Estes tanto possuem equipamentos sensíveis quanto outros que geram poluição para a rede.

É importante ressaltar que não existe um documento legal que estabeleça os procedimentos e indicadores para controle adequado das condições de fornecimento que abranja os desvios momentâneos da forma de onda da tensão. Até o atual momento só existe legislação que estabelece metas sobre interrupções de longa duração, ou seja, com duração maior ou igual a 1 (um) minuto ou 3 (três) minutos, a depender do contrato de concessão, e sobre limites de variações da tensão. As interrupções/variações com duração inferior a este período não foram contempladas mesmo podendo causar danos significativos a equipamentos eletrônicos sensíveis. No entanto, é importante que esses desvios momentâneos de tensão sejam levados em conta, uma vez que tais distúrbios, mesmo sendo de curta duração, podem causar perdas em processos produtivos ou erro em laudos inadequados emitidos por equipamentos eletromédicos⁷.

⁷ Equipamento elétrico dotado de não mais que um recurso de conexão a uma determinada rede de alimentação elétrica e destinado a diagnóstico, tratamento, ou monitoração do paciente, sob supervisão médica, que estabelece contato físico ou elétrico com o paciente e/ou fornece energia para o paciente, ou recebe a qual dele provém, e/ou detecta esta transferência de energia, conforme NBR IEC 60601-1.

Outro aspecto, é que a responsabilidade do consumidor atualmente somente é controlada no que diz respeito ao fluxo de reativos através da Resolução ANEEL n.º 456/00, que define a limitação do valor do fator de potência que o consumidor pode apresentar dentro da faixa de 0,92 capacitivo a 0,92 indutivo e determina a cobrança de penalidade pela ultrapassagem desses valores, sendo a verificação feita a cada hora. Mesmo assim, esta legislação somente é aplicada de forma obrigatória e permanente aos consumidores do Grupo A. Assim, os consumidores do Grupo B⁸ ainda não possuem qualquer obrigatoriedade com relação à correção do fator de potência. Da mesma forma, não existe qualquer preocupação sobre o tipo de poluição que os consumidores podem estar jogando na rede e da forma de controlá-la. Percebe-se, portanto, que existe uma grande lacuna a ser preenchida na legislação vigente.

Um dos aspectos importantes que precisa ser definido são os critérios mínimos de performance para o sistema elétrico. Usuários e fabricantes necessitam destas normas para identificar o ambiente onde os equipamentos serão utilizados. Estas devem incluir: interrupções, sobretensões, subtensões, regulação de tensão, desequilíbrio de tensão, distorção harmônica e transitórios de tensão.

É necessário que sejam definidos os níveis permissíveis para estas características a fim de melhor qualificar o sistema de fornecimento. Entretanto, não basta criar procedimento e recomendações, faz-se imprescindível que todos os agentes - EEE, consumidores e fabricantes – participem no sentido de melhor definir os valores aceitáveis, tanto técnica como financeiramente, para estas características. Desta forma, todos passam a ser responsáveis pela qualidade de energia.

⁸ Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3kV, ou, ainda, atendidas em tensão superior a 2,3kV cuja localização seja em área de veraneio ou turismo, de potência instalada em transformadores seja igual ou inferior a 112,5kVA ou se destine à prática de atividades esportivas ou parques de exposições agropecuárias (Agência Nacional de Energia Elétrica, 2000).

CAPÍTULO IV – EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E SUA INTERAÇÃO COM O SISTEMA ELÉTRICO

Há muito tempo os usuários de energia elétrica desejam que as EEE forneçam energia de forma que seus equipamentos funcionem sem apresentar defeito ou mau funcionamento. Ao longo do tempo, novas fontes de distúrbios têm sido inseridas neste contexto, tornando o sistema mais suscetível a problemas de QEE. Muitas cargas possuem partes que são sensíveis aos distúrbios, mas ao mesmo tempo podem também ser as causadoras de problemas que afetam outros consumidores. Assim, a redução das falhas e distorções tem sido um assunto crítico para as empresas.

Consumidores que antigamente não eram afetados por este tipo de problema, hoje procuram soluções para que seus equipamentos operem de forma adequada caso ocorram distúrbios na rede de alimentação. Além disso, existe atualmente uma maior preocupação com os distúrbios do que com os equipamentos modernos estão inserindo na rede.

O setor industrial tem sido amplamente estudado para minimizar os efeitos dos problemas na QEE. Outros setores, entretanto, também possuem cargas muito sensíveis e possivelmente poluidoras que não têm tido qualquer atenção, a exemplo dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde – EAS.

Este capítulo apresenta a interação dos equipamentos elétricos em geral com a rede de distribuição e os problemas de QEE existentes. Em seguida, tem-se uma explanação sobre a influência sobre os equipamentos existentes em EAS e os requisitos necessários à rede elétrica dessas instituições.

4.1. EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS EM GERAL

Com o aumento do uso de equipamentos eletrônicos, passou a existir a necessidade de entender melhor como os equipamentos afetam e são afetados pelo sistema de suprimento (Moss, 1996?).

O uso de dispositivos semicondutores e da tecnologia de circuitos integrados permitiu o projeto e a operação de circuitos e sistemas usando baixos níveis de potência e de sinal. Os equipamentos fabricados com essas tecnologias possuem menor nível de tolerância às interferências eletromagnéticas, sendo suscetíveis a mau funcionamento ou queima.

Hoje existe uma variedade de equipamentos e dispositivos que transferem distúrbios à rede muito maior que há vinte anos atrás. Estes mesmos equipamentos são sensíveis a prováveis desvios ou falhas no sistema de suprimento. Assim, com a proliferação de cargas eletrônicas sensíveis industriais e comerciais no sistema elétrico, aumentaram os problemas relacionados com QEE.

Os aparelhos eletro-eletrônicos cada vez mais empregados nas três classes de consumidores – industrial, comercial e residencial – são em geral alimentados em corrente alternada (CA), que teoricamente é de característica senoidal e de valor eficaz constante. Essas cargas caracterizam-se por um comportamento não linear para a rede de alimentação. A corrente absorvida da rede possui alto conteúdo harmônico, que pode trazer conseqüências bastante prejudiciais ao sistema elétrico, entre elas, a degradação da qualidade da tensão de alimentação (Simonetti, ??).

Um dado importante é que os aparelhos e equipamentos que cada vez mais são utilizados no dia a dia (televisores, computadores, conversores eletrônicos em instalações industriais etc.) são bastante sensíveis a problemas de QEE, podendo apresentar operação inadequada ou mesmo danificar-se sob tais situações. Ainda, os consumidores comerciais e residenciais estão utilizando cada vez mais equipamentos com microprocessadores que agravam a poluição nos sistemas de distribuição, deteriorando a qualidade da tensão de suprimento.

Nos últimos tempos, vêm sendo registradas muitas reclamações dos consumidores sobre problemas devido a distúrbios originados no sistema da concessionária. Tais reclamações são provocadas principalmente, pelo uso cada vez

mais difundido de equipamentos bastante vulneráveis às variações transitórias de tensão, demonstram que o nível de qualidade de fornecimento de energia elétrica depende fortemente do tipo de carga envolvida (Bronzeado, Neto & Pontes, 1998). Isto demonstra a necessidade de uma atuação integrada entre consumidor e EEE, a fim de solucionar os problemas de QEE de forma satisfatória para todos.

Um ponto relevante é que alguns equipamentos modernos são fabricados de forma que suas especificações requerem que os parâmetros da energia elétrica estejam dentro de uma faixa específica de operação a fim de que seu funcionamento seja apropriado (Heintel & Credico, 1997). Da mesma forma, muitos de seus componentes trazem poluição à rede de alimentação. Isto faz ver que os fabricantes também possuem sua cota de responsabilidade.

Outra consideração importante é a forma como os equipamentos estão afetando a forma de onda da tensão e da corrente do sistema de suprimento. As tecnologias atuais utilizam o processo de alterar a forma de onda da tensão para regularizar as características elétricas do sistema de alimentação. Este procedimento acarreta a distorção da onda para uma forma não senoidal, que pode ser dividida em sua frequência fundamental e nas frequências harmônicas. Estas últimas aparecem como corrente que podem causar perdas no sistema por aquecimento e ressonância, quando o equipamento está conectado a uma rede que possui cargas capacitivas. Vale salientar que a ressonância pode causar aumentos significativos nos níveis de tensão da rede (Heintel & Credico, 1997).

Existe também a ocorrência de problemas na instalação do consumidor, devido a características específicas de determinado equipamento, que podem afetar a qualidade da energia. Um bom exemplo seria o aparecimento de ressonâncias causadas pelos harmônicos gerados por uma ponte que controla um motor de corrente contínua em um sistema com capacitores de baixa tensão. Este evento pode desencadear falhas nos próprios equipamentos do consumidor. Outro ponto a ser considerado é o estado da instalação do consumidor, especialmente o sistema de aterramento e proteção, que pode também afetar de forma negativa a operação de equipamentos sensíveis. Nestes casos não há qualquer influência do sistema elétrico da EEE.

Além disso, existem distorções que são causadas por eventos de natureza imprevisível, como queimadas, queda de árvores, quebra de isoladores, vandalismo, descargas atmosféricas etc., que não podem ser imputados as EEE. Por conta disto, as

instalações devem ser o mais insensível possível às variações de tensão e frequência transitórias resultantes de distúrbios causados por este tipo de acontecimento.

É importante salientar que consumidores diferentes, ainda que supridos por uma mesma rede do sistema elétrico, podem requerer diferentes níveis de qualidade de energia a depender do tipo de suas cargas. Isto pode gerar um conflito de interesses, pois o custo da qualidade requerida por uns pode ficar muito pesado para outros (Ramos, Bronzeado & Lima, 1996).

Assim, a garantia de fornecimento de uma tensão com melhor padrão de qualidade está diretamente ligada ao tipo de carga que o consumidor possui, às condições da instalação elétrica do consumidor e da EEE e à avaliação de custo e benefício para os agentes diretamente envolvidos - consumidores e EEE (Ramos, Bronzeado & Lima, 1996).

4.2. EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Estabelecimentos Assistenciais de Saúde – EAS estão ampliando seu parque de equipamentos a taxas crescentes. Estes dispositivos desempenham uma grande gama de funções, incluindo automação, controles de equipamentos, sistemas de informação sobre o paciente, equipamentos de diagnóstico e terapia etc (Moss, 1996?).

No ambiente hospitalar a energia sob a forma de eletricidade é fonte de vida, podendo implicar na sobrevivência ou não de um paciente. São vários os equipamentos que tem esta finalidade: aparelhos de suporte ventilatório, bombas de infusão de drogas e medicamentos, lâmpadas e bisturis cirúrgicos, bem como centrais de geração de energia de emergência, ar comprimido e oxigênio medicinal, entre outros. Falhas em aparelhos deste tipo podem acarretar danos sérios à saúde do paciente ou mesmo pondo risco a sua vida.

Mesmo não estando diretamente ligados ao suporte de vida do paciente, diversos outros equipamentos operam com a finalidade de fornecer informações importantes no cuidado com o mesmo ou para fornecer algum tipo de tratamento terapêutico. São os equipamentos de diagnóstico e terapia: aparelhos de laboratório, equipamentos de imagem (Aparelhos de Raios-X, tomografia, ressonância magnética etc.), dispositivos

para fisioterapia etc. estes também são equipamentos que podem de forma direta ou indireta comprometer a saúde do paciente.

Como em outros setores, os EAS utilizam em grande escala o armazenamento de dados em computadores, muitas vezes através de sistemas interligados via rede, que guardam informações vitais. Cadastros de pacientes, incluindo histórico de saúde, informações familiares, procedimentos médicos e informações farmacêuticas, são críticas para o corpo técnico (médicos, enfermeiras, auxiliares, atendentes etc.) dos EAS cuidarem de forma apropriada dos pacientes (Finan, 2001). Antigamente papel era suficiente, hoje o arquivo digital representa o elo de comunicação entre os profissionais e o paciente. Assim, a tecnologia é de fundamental importância nos ambientes de cuidados com a saúde. Por conta disto, a má qualidade da energia elétrica pode trazer consequências desastrosas.

Para um EAS, qualidade de energia se refere ao conceito de alimentação e aterramento de equipamentos eletrônicos de uma forma que leve a baixos níveis de distúrbios elétricos e altos níveis de compatibilidade entre o equipamento e o sistema elétrico (Power Quality and Elettromagnetic Compatibility: Case Studies for the Healthcare Industry, 1999), ou seja, um problema de qualidade de energia é qualquer distúrbio elétrico, interação entre dispositivos ou problema de aterramento que resultem em mal-funcionamento ou destruição de equipamentos eletromédicos (Power Quality in the Healthcare Industry, 1997). Assim, embora invisíveis para o olho humano, na maioria das vezes, distúrbios na energia elétrica fornecida a EAS podem causar danos consideráveis a redes de computadores, equipamentos sensíveis de cuidado com pacientes ou dispositivos eletrônicos complexos, ou ainda ocasionar um diagnóstico errado ou comprometer o cuidado com o paciente e a sua vida (Power Quality in the Healthcare Industry, 1997).

Má qualidade de energia elétrica pode ser originada por problemas existentes no interior da instituição - emissões irradiadas ou conduzidas, distúrbios elétricos, interação entre equipamentos, conexões inadequadas e problemas de aterramento - ou fora dela - distúrbios causados no sistema da EEE por manobras, acidentes, eventos naturais ou por equipamentos de consumidores vizinhos (Power Quality and Elettromagnetic Compatibility: Case Studies for the Healthcare Industry, 1999).

As consequências de distúrbios elétricos e eletromagnéticos podem ser profundas. Uma vez que a interrupção de procedimentos médicos causados por

distúrbios elétricos requer a repetição de testes ou a manutenção da hospitalização do paciente por mais tempo, os problemas de qualidade de energia podem significar altos custos (Power Quality in the Healthcare industry, 1997). Mais importante e prejudicial, as interrupções de procedimentos cirúrgicos, tratamentos e diagnóstico incorreto podem significar o aumento do risco à vida do paciente e a perda de confiabilidade da instituição.

Muitos equipamentos e dispositivos encontrados em EAS são extremamente sensíveis a distúrbios elétricos. Entre os mais vulneráveis estão os de diagnóstico por imagem (como tomógrafos), sistemas de suporte à vida e laboratório. Por exemplo, equipamentos de laboratório clínico são em geral muito sensíveis a alterações instantâneas no sistema de alimentação, podendo requerer equipamento específico de proteção (Smith et al., 1997). Ao mesmo tempo, alguns utilizam com frequência a referência do sistema de aterramento para realizar cálculos de contagem de diversos tipos de parâmetros. Caso este sistema não esteja em perfeitas condições, os resultados podem ser errôneos.

Por outro lado, os EAS possuem inúmeras cargas intermitentes de alta potência que causam afundamentos de tensão, como Aparelhos de Raios-X e aceleradores lineares para radioterapia. Além disso, diversas cargas se apresentam como fortes produtoras de harmônicos, como lâmpadas fluorescentes, fontes eletrônicas e variadores de frequência (Power Quality in the Healthcare Industry, 1997).

Outro parâmetro crítico é a interferência eletromagnética (*Electromagnetic Interference – EMI*) de fontes comuns como transmissores de rádio ou telefones celulares. Essas interferências podem afetar monitores respiratórios, cadeiras de rodas elétricas, marcapassos e outros dispositivos eletrônicos sensíveis (Power Quality in the Healthcare Industry, 1997).

Em alguns países/comunidades econômicas existem normas específicas para o controle da qualidade da energia para equipamentos eletromédicos. Nos EUA utiliza-se a norma do **IEC 60601-1-2 Medical electrical equipment - Part 1-2: General requirements for safety - Collateral standard: Electromagnetic Compatibility - Requirements and tests**.

O *Food and Drug Administration – FDA*, que é o órgão responsável nos EUA pelo controle do mercado de dispositivos da área de saúde, não possui legislação sobre requisitos de qualidade de energia elétrica para dispositivos médicos que utilizem

energia elétrica (Kimmel & Gerke, 1999). Entretanto, lançou um guia para inspeção dos aspectos de compatibilidade eletromagnética de dispositivos médicos, onde utiliza a seguinte terminologia (Guide to Inspections of Electromagnetic Compatibility Aspects of Medical Device Quality System, 2001):

- a) Distúrbio Eletromagnético (*Eletromagnetic Disturbance* – EMD) para descrever os problemas existentes na rede;
- b) Compatibilidade Eletromagnética para se referir ao projeto e construção adequados dos equipamentos de forma a suportar os distúrbios da rede;
- c) Interferência Eletromagnética referindo-se à capacidade dos equipamentos em serem susceptíveis de degradação por campos eletromagnéticos.

Dentro do FDA, o *Center for Devices and Radiological Health* – CDRH vem desenvolvendo estudos sobre interferência eletromagnética. Outro órgão norte-americano que vem elaborando documentos é a *Association for the Advancement of Medical Instrumentation* – AAMI, sendo que seu foco é a interferência eletromagnética (Guide to Inspections of Electromagnetic Compatibility Aspects of Medical Device Quality System, 2001).

Na Europa é aplicada a **EN 60601-1-2 Medical electrical equipment -- Part 1: General requirements for safety - 2. Collateral standard: Electromagnetic compatibility - Requirements and tests**, que é similar à do IEC 60601-1-2, dentro da diretiva 93/42/EEC. Além disso, a Comunidade Européia possui uma diretiva específica para dispositivos médicos, a *Medical Device Directive* – MDD 89/336/EEC, que se reporta às normas européias harmonizadas da *European Committee for Electrotechnical Standardization* – CENELEC (listadas no Anexo 2) sobre compatibilidade eletromagnética (Fröhlich & Buchwald, 2000).

Na questão da segurança elétrica, os equipamentos eletromédicos estão também sujeitos a normas específicas. Nos EUA utilizam-se as normas do **IEC 60601-1-1 Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for safety**, conforme relação constata do Anexo 6, e na Europa são as **EN 60601-1-1 Medical electrical equipment - Part 1-1: General requirements for safety - Collateral standard: Safety requirements for medical electrical systems**, que é similar a primeira e também está na diretiva 93/42/EEC.

4.3. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA EAS

Com a evolução da complexidade dos métodos e equipamentos em hospitais e clínicas médicas, cada vez mais se exige de instalações elétricas que atendam às suas necessidades de maneira evitar riscos ao pessoal envolvido nos procedimentos médicos rotineiros.

Nos Estados Unidos existe um código elétrico nacional para instalações elétricas, o **National Electric Code – NEC 1999**, e a norma da **National Fire Protection Association – NFPA 99**. O NEC 1999 é o código que estabelece requisitos mínimos para a segurança de pessoas e propriedades contra os perigos provenientes do uso da eletricidade. Em seu artigo 517, especifica critérios para as instalações elétricas de diversas áreas de EAS, incluindo aterramento, proteção e sistema elétrico essencial. A NFPA estabelece critérios para minimizar os perigos de fogo, explosão e inerentes ao uso da eletricidade em EAS, sendo o capítulo 3 dedicado especificamente aos aspectos de performance, manutenção e testes do sistema elétrico.

No Brasil, apenas em 1995 foi aprovada uma norma específica para as instalações hospitalares. Até este ano, os projetistas deveriam consultar a Norma Brasileira para Instalações Elétricas em Baixa Tensão – NBR 5410/97, que se destina às instalações prediais de forma geral, e ao conjunto de Normas e Padrões de Construções e Instalações de Serviços de Saúde – Portaria n.º 400/83 do Ministério da Saúde – MS, que abordava os itens mínimos de uma instalação hospitalar para o atendimento das necessidades dos equipamentos eletromédicos utilizados. Esta portaria foi substituída em 1994 pela Portaria MS n.º 1884, contemplando aspectos arquitetônicos e de instalações.

Em 1995, a Associação Nacional de Normas Técnicas – ABNT, através do Comitê Brasileiro de Eletricidade – COBEI, elaborou e editou a Norma para Instalações Elétricas Médico-Hospitalares - NBR 13534/95, a qual estabelece uma série de condições mínimas exigíveis de uma instalação com finalidade médica e áreas associadas para que seu funcionamento garanta a segurança dos funcionários e pacientes. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA é o órgão regulador do setor de saúde responsável por coordenar a aplicação desta norma aos EAS, através

das secretarias estaduais que trabalham na aprovação dos projetos de instalações elétricas para este tipo de instituição.

Um dos pontos mais significativos da instalação elétrica é o aterramento. Para uma instalação hospitalar, este ponto deve ser tratado com todos os cuidados prescritos na norma, de forma a garantir a segurança dos usuários (funcionários e pacientes) e o perfeito funcionamento dos equipamentos, que muitas vezes utilizam este sistema como parâmetro para seus cálculos internos, a exemplo de alguns equipamentos de laboratório (Santana, 1996).

4.4. CONCLUSÃO

Os distúrbios que ocorrem no sistema de distribuição de energia elétrica têm as mais diversas causas. Independente da origem, eles afetam de maneira bastante significativa cargas sensíveis, podendo causar perda de produtividade, aumento de custos, cessação de lucros, comprometimento de contratos com mercado e acidentes, ou até mesmo, perda de vida.

O conhecimento existente atualmente sobre a engenharia de grandes sistemas de potência mostra que uma grande parte dos distúrbios que ocorrem no sistema é inevitável, pois ocorrem durante a operação normal do mesmo - como, por exemplo, durante manobras – ou sob condições anormais que estejam fora do controle da EEE, como os incidentes causados por tempestades, terremotos, enchentes etc. Os possíveis distúrbios causados por manobras de equipamentos e linhas de transmissão são considerados inerentes ao processo de operação normal de sistemas elétricos. É de fundamental importância que consumidores e fabricantes de equipamentos tomem conhecimento dos valores das características desses tipos de transitórios para que especifiquem seus equipamentos e instalações suportem tais desvios.

O nível de poluição nas redes tem aumentado em função do tipo de equipamento dos consumidores. A sensibilidade dos equipamentos do consumidor provavelmente é um dos mais importantes parâmetros a afetar a qualidade da energia elétrica. Atualmente percebe-se que uma parte dos distúrbios é causada por cargas pequenas e dispersas, como retificadores e controladores de velocidade de motores. Por outro lado,

um maior número de consumidores tem acesso a equipamentos tecnologicamente mais avançados, a exemplo dos computadores, que são bastante sensíveis a distúrbios na alimentação. Além disso, existe uma disseminação de cargas não-lineares em todos os seguimentos de consumidores (industriais, comerciais e residenciais), gerando a necessidade de conscientizar o consumidor quanto à sua responsabilidade pela qualidade da energia que está recebendo.

Um aspecto importante é a qualidade da energia elétrica necessária e suficiente para tipos diferentes de consumidores. Muitas das reclamações atuais sobre QEE não são facilmente solucionadas devido às diferentes causas e à diversidade de sensibilidades dos equipamentos afetados. Dentro do setor comercial/serviços existe o ramo de saúde que se apresenta com um dos seguimentos de consumidores onde o fornecimento de energia de qualidade é um parâmetro crítico devido ao seu produto final se a manutenção da vida.

Com a evolução da complexidade dos métodos e equipamentos em EAS, cada vez mais se exige de instalações elétricas que atendam às suas necessidades de maneira a evitar riscos ao pessoal envolvido nos procedimentos médicos rotineiros. Teoricamente todos os equipamentos eletromédicos encontrados em hospitais, clínicas, laboratórios clínicos, salas de cirurgias e consultórios médicos são susceptíveis a distúrbios elétricos e eletromagnéticos. Esses equipamentos podem ser desde simples monitores de beira de leito até complexos equipamentos de imagem médica ou de *bypass* de coração e pulmão, estando sujeitos a problemas de alimentação que podem por em risco a vida dos pacientes.

Um fator a ser considerado é que, com a proliferação de cargas perturbadoras e a disseminação da aplicação de novas tecnologias para o uso eficiente de energia, a qualidade da energia pode ficar bastante comprometida. Um bom exemplo são os conversores eletrônicos de potência e os reatores eletrônicos para lâmpadas fluorescentes compactas, que foram bem aceitos pelos usuários, mas trazem diversos problemas para a qualidade da energia elétrica distribuída pelas EEE. Isto faz ver que as novas tecnologias devem ser usadas com consciência de todos os impactos causados pela sua implantação, inclusive na qualidade da energia, que é um parâmetro ainda pouco avaliado pelos consumidores.

Deste ponto parte-se para a influência dos fabricantes de equipamentos elétricos e eletrônicos. Atualmente, eles são obrigados a certificar seus produtos quanto ao

nível de poluição que emitem ou de sensibilidade dos mesmos aos distúrbios inerentes ao sistema de alimentação. Assim, os equipamentos continuam sendo fabricados sem que se exerça um controle prévio do seu impacto na rede de suprimento. Ao mesmo tempo, os fabricantes não possuem parâmetros para produzir seus equipamentos de forma que sejam insensíveis aos mínimos distúrbios aceitáveis. Espera-se que, no futuro, os equipamentos sejam menos sensíveis à maioria dos distúrbios e, ao mesmo tempo, mais compatíveis com a fonte de suprimento.

Os limites e requisitos definidos pelos documentos legais atualmente em vigor estão baseados em estudos desenvolvidos para consumidores com cargas especiais – principalmente da classe industrial – com o objetivo de controlar os distúrbios causados por este tipo de consumidor. Falta a avaliação de outros seguimentos de consumidores, a exemplo das EAS, para verificação dos níveis de sensibilidades e de emissão de poluição dos equipamentos conectados ao sistema elétrico.

Por fim, falta a elaboração de documentos legais mais específicos para garantir a qualidade da energia fornecida ao consumidor final. Esta legislação serviria de base para que os fabricantes e as EEE iniciassem um processo de reestruturação para controle do nível de poluição antes que chegue a níveis desastrosos. Este esforço seria revertido para todos, na forma de um sistema mais confiável e produtos de melhor qualidade.

Tudo isto confirma que a qualidade da energia elétrica depende de todos os agentes envolvidos no consumo de energia elétrica: EEE, consumidores, fabricantes e órgão regulador.

CAPÍTULO V – ESTUDO DE CASO: APARELHO DE RAIOS-X

A Radiologia, na medicina, está associada à terapia e diagnóstico com base na utilização de Raios-X, com o objetivo de ter uma visão do interior do corpo humano. Heintel & Credico (1997) definem Radiografia como sendo uma fotografia produzida pela passagem de Raios-X através de um objeto ou corpo e então gravada em um filme especial. Atualmente, esta técnica é utilizada nos mais diversos setores para avaliação de detalhes internos de objetos que somente poderiam ser vistos com a abertura do mesmo.

Desde o seu descobrimento, os Raios-X provocaram grande revolução na medicina, afetando diretamente a forma de avaliação dos pacientes e o seu tratamento. Sua forma de utilização vem sendo continuamente atualizada e novas tecnologias têm sido incorporadas no sentido de melhorar as imagens adquiridas e a abrangência dos usos, agregando maior qualidade ao resultado e ampliando as aplicações. Assim, surgiram novas aplicações como ultra-sonografia, tomografia e ressonância.

Entretanto, o Aparelho de Raios-X na sua versão mais simples é um instrumento ainda de grande utilização, principalmente nas especialidades de ortopedia, pneumologia e odontologia. Por sua aplicação ser muito difundida, estes equipamentos eletromédicos são encontrados em vários tipos de EAS, em diversificadas condições de uso e instalações. Dada a sua difusão, este foi o equipamento escolhido para aprofundamento nos estudos sobre qualidade de energia elétrica em EAS.



Figura 5.1 - Aparelho de Raios-X, modelo fixo.

Este capítulo apresenta uma visão da radiologia, apontando a forma de utilização dos Raios-X dentro da área da medicina e o funcionamento do Aparelho de Raios-X. A partir daí, será apresentada a interação deste equipamento com a rede de suprimento, demonstrando sua capacidade de gerar poluição

para a rede e sua sensibilidade a possíveis falhas e distorções que venham da fonte de alimentação.

5.1. RADIOLOGIA

A história da Radiologia teve início com a descoberta dos Raios-X pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen, em novembro de 1895, quando estudava raios catódicos. Röntgen observou que, quando submetia um tubo recoberto de papel preto, do qual todo o ar havia sido retirado, a uma tensão elevada, aparecia uma luminescência fraca em uma placa de vidro coberta com platino cianeto de bário colocada a 01 (um) metro do tudo. Mais notável foi a percepção de que os raios responsáveis por este fato atravessavam a matéria. Por serem de natureza desconhecida, os raios foram batizados de “X” (Okuno, 1988).

As aplicações médicas desta descoberta revolucionaram a medicina, pois possibilitava a visualização dos órgãos internos do corpo sem a necessidade de intervenção cirúrgica. Originalmente, a Radiologia envolve a utilização dos Raios-X para o diagnóstico de doenças e o emprego das radiações ionizantes (Raios-X, raios gama etc.) no tratamento de doenças (Portal Engeclin,??). No decorrer do tempo, este método evoluiu tecnologicamente, obtendo grandes avanços devido à acentuada informatização dos equipamentos médicos, e passou a ter grande influência na pesquisa do ser humano (Fenelon, 1999?).

Nos dias mais atuais a Radiologia passou a utilizar métodos de varredura de órgãos utilizando isótopos radioativos e também radiação não ionizante, como ondas de ultra-som e ressonância magnética nuclear. De forma similar, o escopo de aplicação da radiologia foi ampliado para englobar o tratamento de câncer, através do uso de agentes com hormônios e drogas quimioterápicas. Com o avanço contínuo das pesquisas em tecnologia, a área de Diagnóstico por Imagem (Imaginologia) tem incorporado estas novas inovações tecnológicas proporcionadas pela evolução da computação eletrônica, incorporando novos métodos tais como: ultra-sonografia, densitometria óssea,

tomografia computadorizada, radiografia computadorizada e ressonância magnética⁹ (Fenelon, 1999?).

Basicamente a utilização de radiodiagnóstico se faz considerando as três propriedades dos Raios-X: sua capacidade de penetração nos tecidos, seu efeito fotográfico e sua habilidade em causar o efeito de fluorescência em certas substâncias. Durante a penetração dos tecidos, a radiação é absorvida de forma diferenciada, de acordo com a densidade dos mesmos. A radiação que emerge dos tecidos produz, em um filme fotográfico ou uma tela fluorescente, uma imagem das estruturas de diferentes densidades no interior do corpo.

Com a continuidade das pesquisas descobriu-se que os aparelhos de Raios-X podem ser empregados em diversos tipos de atividades. Na medicina e na biologia permitem observar os órgãos internos sem que seja necessário arriscar a vida do paciente em uma cirurgia. Na indústria utiliza-se os Raios-X para irradiação de alimentos com o intuito de prolongar o período de conservação e para análise de estruturas de engenharia, permitindo a identificação de possíveis trincas internas em concreto e outras estruturas. Nas ciências naturais, têm sido empregados para auxiliar no entendimento da forma como os átomos e moléculas estão ligados, ajudando muito no desenvolvimento dos dispositivos eletrônicos que estão sendo largamente aplicados em computadores e nos mais variados aparelhos eletrônicos. Ainda há outras aplicações (máquinas de Raios-X em aeroportos, monitoração ambiental etc.) que estão sendo amplamente utilizadas atualmente (RAIOS-X, 2001).

5.2. RAIOS-X

Os Raios-X pertencem à família das radiações eletromagnéticas que é composta por todos os tipos de luz (infravermelho, visível e ultravioleta), ondas de rádio, radar, sinais de televisão, microondas e raios gama (Okuno, 1988). As radiações eletromagnéticas diferem entre si pela sua frequência e comprimento de onda. Os Raios-X se caracterizam por possuírem comprimento de onda muito curto e frequência muito alta. A cada tipo de radiação está associada uma quantidade de energia: a radiação

⁹ A ressonância magnética não utiliza radiação, mas um forte campo magnético e ondas de rádio que permitem a formação de imagens.

infravermelha tem uma energia menor que a luz visível; a visível tem menor energia que o ultravioleta; e a ultravioleta menor que os Raios-X (RAIOS-X, 2001). Assim, os Raios-X possuem grande quantidade de energia, além de serem compostos por diferentes comprimentos de onda e poder de penetração. A Figura 5.2 apresenta a classificação das ondas eletromagnéticas de acordo com o comprimento de onda e a frequência.

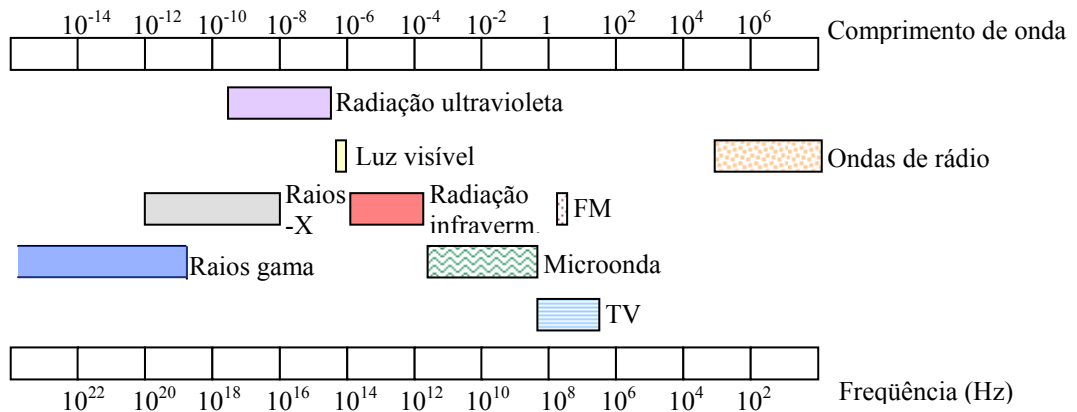


Figura 5.2 – Espectro de onda eletromagnética (Fonte: Okuno, 1988, p.17).

Devido às suas características, os Raios-X são capazes de atravessar muitas substâncias embora sejam detidos por outras, principalmente pelo chumbo. Daí sua aplicação para visualização de estruturas internas do corpo humano, peças metálicas, estruturas de concreto etc. Esses raios são produzidos sempre que um feixe de elétrons dotados de energia incidem sobre um obstáculo material. A energia cinética do feixe incidente é parcialmente transformada em energia eletromagnética, dando origem aos Raios-X (Okuno, 1988).

Nos itens seguintes serão apresentadas as formas de produção e absorção dos Raios-X, bem como a formação da imagem radiográfica.

5.2.1 PRODUÇÃO DO FEIXE DE RAIOS-X

Para obtenção de Raios-X faz-se necessária a utilização de uma fonte de elétrons, uma energia de aceleração dos elétrons, uma trajetória livre para os elétrons e um corpo de frenagem. Os Raios-X são produzidos quando elétrons em alta velocidade se chocam com átomos, deslocando outros elétrons de suas posições normais e liberando

energia (Rufca, 1997). Assim, para a produção dos Raios-X são necessários três elementos: a fonte emissora de elétrons, o meio de deslocamento dos elétrons e o alvo.

Os Raios-X produzidos por Röntgen foram obtidos a partir de elétrons (raios catódicos) de um gás ionizado no interior de um tubo de raios catódicos. Vinte anos depois da descoberta de Röntgen, William David Coolidge inventou um tubo de Raios-X que produzia elétrons com o aquecimento até a incandescência de um filamento de tungstênio através da passagem de uma corrente elétrica pelo mesmo. O tubo de Raios-X atual é um melhoramento tecnológico desta versão (Bertolo, 2001?).

Um ponto importante na produção dos Raios-X é a aceleração dos elétrons, que é definida pelo valor da alta tensão aplicada ao tubo. É esta tensão que vai garantir o nível adequado de radiação. Além disso, a energia adquirida pelo elétron no processo de aceleração pode ser perdida se eles se chocarem com alguma barreira no caminho até o alvo. Para evitar este fato, o tubo deve ter o máximo possível do ar existente retirado (criação de vácuo), a fim de manter o caminho livre para o fluxo dos elétrons.

Outro fator significativo para a produção dos Raios-X é a composição do material que forma o alvo. O elemento químico que compõe o alvo deve ter número atômico elevado, pois isto significa que o elemento vai interagir melhor com os elétrons, produzindo Raios-X mais eficientes (Rufca, 1997). Outra característica importante do elemento é o ponto de fusão, uma vez que o ponto de colisão é submetido a uma temperatura elevada. A maioria dos equipamentos do mercado utiliza alvos de tungstênio que tem número atômico 74 e ponto de fusão de aproximadamente 3.400 °C (Bertolo, 2001?).

5.2.2 ABSORÇÃO DOS RAIOS-X

Os Raios-X não são absorvidos da mesma forma por todos os tipos de materiais. Os elementos químicos mais pesados¹⁰, como o cálcio (CA) de número atômico $Z = 20$, possuem maior capacidade de absorção, enquanto que os elementos mais leves, tais como o carbono (C) de $Z = 6$, oxigênio (O) de $Z = 6$ e hidrogênio (H) de $Z = 1$, apresentam menor capacidade. Assim, estruturas com materiais compostos de elementos

¹⁰ Elementos com número atômico mais elevado e, conseqüentemente, maior peso atômico.

mais pesados, como é o caso dos ossos (compostos basicamente de cálcio), aparecem mais claramente nas radiografias. Os tecidos moles – gordura e músculos - absorvem mais ou menos bem os Raios-X, sendo difíceis de distinguir um do outro numa imagem radiográfica. Da mesma forma, o ar é um absorvedor de Raios-X bastante pobre (Bertolo, 2001?). O chumbo é um dos elementos utilizados para proteção contra os Raios-X devido ao seu alto número atômico ($Z = 82$), caracterizando-se como um excelente absorvedor.

5.2.3 FORMAÇÃO DA IMAGEM DE RAIOS-X

A maioria das imagens de Raios-X é feita num filme especial levemente comprimido entre duas placas intensificadoras, que são cartões recobertos por uma fina camada de cristais. Esta cobertura permite que os Raios-X sejam absorvidos e, em resposta, emite luz visível. O filme possui, em ambos os lados, uma camada de emulsão que é extremamente sensível à luz. Assim, quando a tela intensificadora é atingida pelos Raios-X ela emite luz, que é captada pela camada de emulsão do filme, formando a **figura** (Bertolo, 2001?).

5.3. APARELHO DE RAIOS-X

Os Aparelhos de Raios-X são empregados em diversas especialidades médicas, sendo bastante empregado nas especialidades de Ortopedia e Odontologia. Por esta razão eles são utilizados em larga escala, muitas vezes em instalações de pequeno porte, como é o caso dos consultórios odontológicos. Apesar de serem de concepção simples, estes equipamentos eletromédicos representam uma carga significativa e que pode ser perturbadora para o sistema elétrico.

5.3.1 COMPONENTES PRINCIPAIS

O equipamento de Raios-X é composto das seguintes partes principais: tubo de Raios-X (catodo e anodo), fonte de alta tensão (transformador de alta tensão e circuito retificador), fonte de baixa tensão para o filamento e medidor de corrente (Emergency Care Research Institute, 1998). A Figura 5.3 apresenta a disposição simplificada destes componentes:

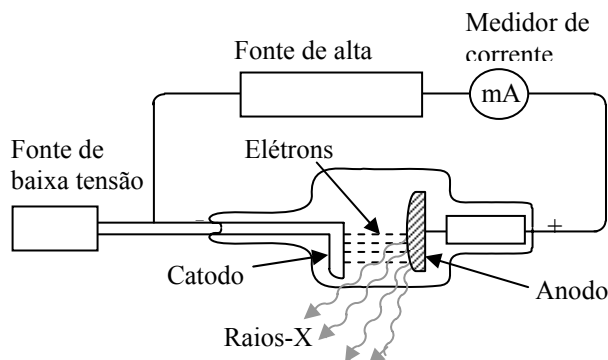


Figura 5.3 - Componentes básicos de um aparelho de Raios-X .

O tubo de Raios-X possui uma forma bastante simples, sendo seus elementos principais: catodo, anodo e vidro, que deve ter alta resistência a alterações rápidas de temperatura e boa resistência mecânica. É necessário que o interior do tubo esteja submetido a um alto vácuo para garantir o trajeto livre dos elétrons que se dirigem do catodo ao anodo (Rufca, 1997).

O catodo tem por função produzir os elétrons livres. Como elemento emissor de elétrons o catodo possui um filamento de tungstênio que tem forma de espiral com aproximadamente $\frac{1}{8}$ polegada de diâmetro e $\frac{1}{2}$ polegada de comprimento, sendo colocado a uma distância de aproximadamente uma polegada do anodo. Este filamento é aquecido utilizando-se uma fonte variável de tensão alternada, até ficar incandescente, para agir como fonte de elétrons (Rufca, 1997).

O anodo é o elemento positivo do tubo de Raios-X onde ocorre o ponto de impacto dos elétrons e da radiação dos Raios-X, sendo usualmente formado de cobre. Em seu centro fica situado o ponto focal¹¹ ou alvo que é um bloco de tungstênio de aproximadamente $\frac{1}{2}$ polegada de espessura colocado na face do anodo no centro do tubo (Rufca, 1997).

¹¹ Ponto focal é a área do alvo do anodo que é bombardeada pelos elétrons emitidos pelo filamento do catodo.

O transformador de alta tensão tem a função de elevar a tensão alternada da rede de alimentação até a alta tensão de alimentação do aparelho. Para simplificar problemas de isolamento, facilitar a medição da corrente anódica e ganhar espaço, o secundário do deste transformador é construído com dois enrolamentos ligados em série com o ponto central aterrado. Desta forma a alta tensão fica dividida em relação a terra, sendo que a tensão entre catodo e anodo é a diferença entre as duas tensões aplicadas a cada um, resultando no dobro da tensão em relação ao terra. Entretanto esta tensão não é diretamente aplicada ao tubo, antes é necessário que a mesma seja retificada (Rufca, 1997). Para tal são utilizados geradores de pulso (retificadores de onda completa), geralmente de 12 pulsos, ou geradores de alta frequência. O retificador também tem a função de restringir o fluxo da corrente em uma direção, evitando danos no filamento (Emergency Care Research Institute, 1998).

Outros componentes trabalham para melhorar a performance e o rendimento do equipamento, bem como para garantir a segurança do usuário e do paciente, como a grade difusora, que ajuda a controlar os Raios-X que divergem do feixe, o colimador, que limita as dimensões da área irradiada, ou a cúpula, que protege externamente o equipamento.

5.3.2 FUNCIONAMENTO

O funcionamento do Aparelho de Raios-X é muito simples e se baseia na aplicação de uma tensão ao filamento do catodo para que o mesmo emita os elétrons. Ao mesmo tempo, uma tensão de valor elevado é aplicada entre o anodo e o catodo para acelerar estes elétrons dando-lhes a energia necessária para, com a colisão com o ponto focal do anodo, gerarem os Raios-X. Os componentes elétricos que permitem o controle e operação do tubo são os seguintes: transformador de alta tensão, retificador, fonte de suprimento para o filamento e bobina para ajuste da corrente no filamento.

O número de elétrons emitidos é controlado pela temperatura do filamento do catodo, através do ajuste da corrente que passa pelo filamento utilizando seu circuito próprio de baixa tensão. Quanto mais quente o filamento maior o número de elétrons emitidos que se tornam disponíveis para formar o fluxo de elétrons, que é a corrente do tubo de Raios-X.

Quando o anodo é elevado a um potencial positivo em relação ao catodo, os elétrons emitidos pelo filamento são atraídos pelo anodo. Caso este potencial seja bastante elevado, um forte campo elétrico se estabelece entre o catodo e o anodo. Esse campo atrai fortemente os elétrons emitidos pelo catodo, acelerando e projetando-os sobre o anodo, de forma que, quanto maior a tensão entre catodo e anodo, maior será a velocidade dos elétrons. Como resultado tem-se Raios-X que possuem comprimento de onda curto e alto poder de penetração e intensidade (Heintel & Credico, 1997).

Um aspecto importante é o rendimento do aparelho de Raios-X, que é muito baixo. A maior parte da energia gerada pelo impacto dos elétrons no ponto focal é transformada em calor, mas uma pequena parte (cerca de 1%) é aproveitada na produção dos Raios-X (Heintel & Credico, 1997). O elemento utilizado para compor o ponto focal é de extrema importância para uma melhor absorção da energia dos elétrons e melhor emissão dos Raios-X. Além disso, é a tensão fornecida entre catodo e anodo que diz quanta energia o feixe de elétrons possui e determina a quantidade de Raios-X que será emitida. Assim, o rendimento é proporcional ao número atômico do elemento que constitui o alvo e à tensão de aceleração dos elétrons (Rufca, 1997).

Outro aspecto de relevância é a qualidade da imagem obtida. Os principais fatores que influenciam a obtenção da imagem são: a corrente no filamento, a distância do objeto e a alta tensão imposta ao tubo (Heintel & Credico, 1997). Num moderno tubo de Raios-X o número de elétrons acelerados em direção ao alvo depende da temperatura do filamento e a máxima energia do feixe de Raios-X produzida é função da tensão aplicada ao tubo. Quando uma faixa inferior de alta tensão é utilizada, os Raios-X têm comprimento de onda longo e são facilmente absorvidos – são os chamados Raios-X leves. Já a radiação produzida na faixa superior da alta tensão é de grande energia e comprimento de onda curto, ou seja, possuem maior poder de penetração – são os Raios-X pesados (Heintel & Credico, 1997).

Alguns exemplos da influência da variação do valor da alta tensão na forma de operação do aparelho são (Heintel & Credico, 1997):

- a) Uma mudança na tensão provoca alteração no poder de penetração dos Raios-X;
- b) O aumento da tensão causa redução no contraste;

- c) Aumentos na alta tensão provocam aumento dos Raios-X de maior penetração, mas também dos de menor penetração, causando alteração na intensidade e no contraste.

Desta forma, alterações no nível da alta tensão fornecida ao tubo de Raios-X provocam alterações significativas na imagem produzida.

5.3.3 ANÁLISE DO PERFIL DE OPERAÇÃO

Uma avaliação dos perfis de funcionamento do Aparelho de Raios-X foi feita através da realização de medições de grandezas elétricas e distorção harmônica no setor de radiologia do Hospital Espanhol, Salvador – Bahia. As medições foram efetuadas com o equipamento registrador digital de grandezas elétricas modelo RE4000 da Embrasul, entre os dias 10 e 17 de julho de 2002, com um período de medição de aproximadamente 24 (vinte e quatro) horas e intervalo de integração de 5 (cinco) segundos, sendo monitoradas tensões, corrente e potências por fase e a distorção harmônica.

A rede de distribuição de energia elétrica que alimenta o setor parte de um transformador de 500kVA específico para este fim, localizado na subestação, suprindo os seguintes equipamentos: 02 tomógrafos, 01 ressonância magnética, 04 aparelhos de Raios-X (sendo 01 digital) e 01 gâma câmara. A Figura 5.4 apresenta o perfil de potências deste transformador e a Figura 5.5, o de tensões e correntes por fase.

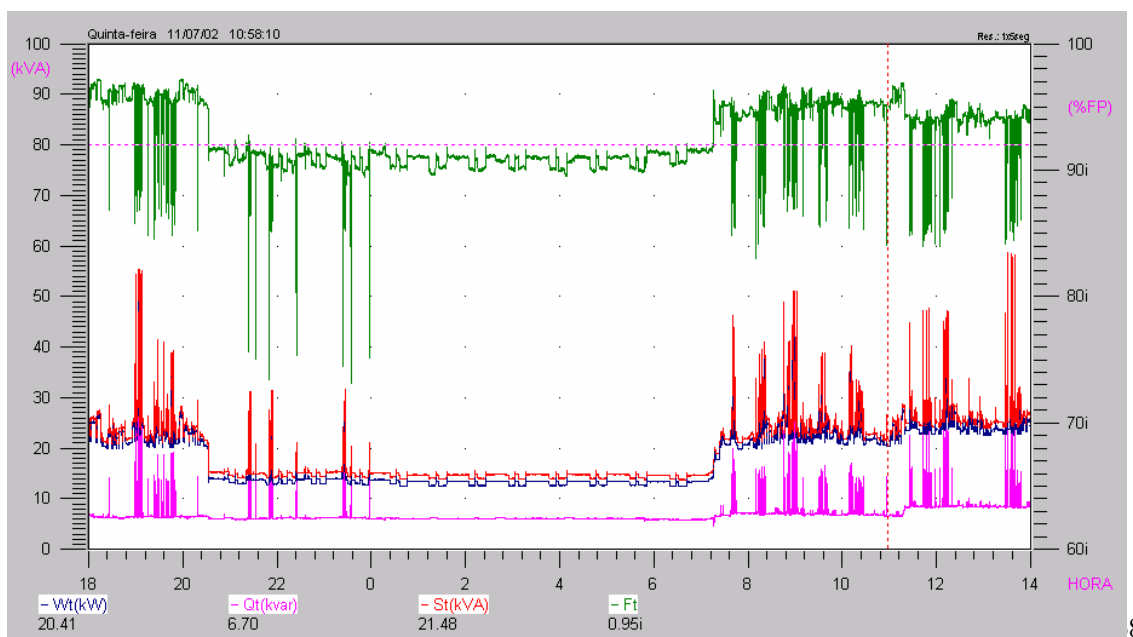


Figura 5.4 - Perfil de potências ativa, reativa e aparente e fator de potência do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

O perfil de carga do transformador apresenta-se bastante recortado evidenciado o tipo de equipamento alimentado por ele: aparelhos de funcionamento pleno durante curto período de tempo. No momento de operação dos aparelhos alimentados, a potência quase triplica em relação ao seu valor durante o período de *stand by* dos equipamentos. No período de medição, o carregamento deste transformador chegou ao valor máximo de 12% (doze por cento), indicando uma alta ociosidade do mesmo para um dia típico de funcionamento. Entretanto, outras cargas não podem ser ligadas a ele, por causa da grande interferência que é gerada pelos equipamentos de imagem.

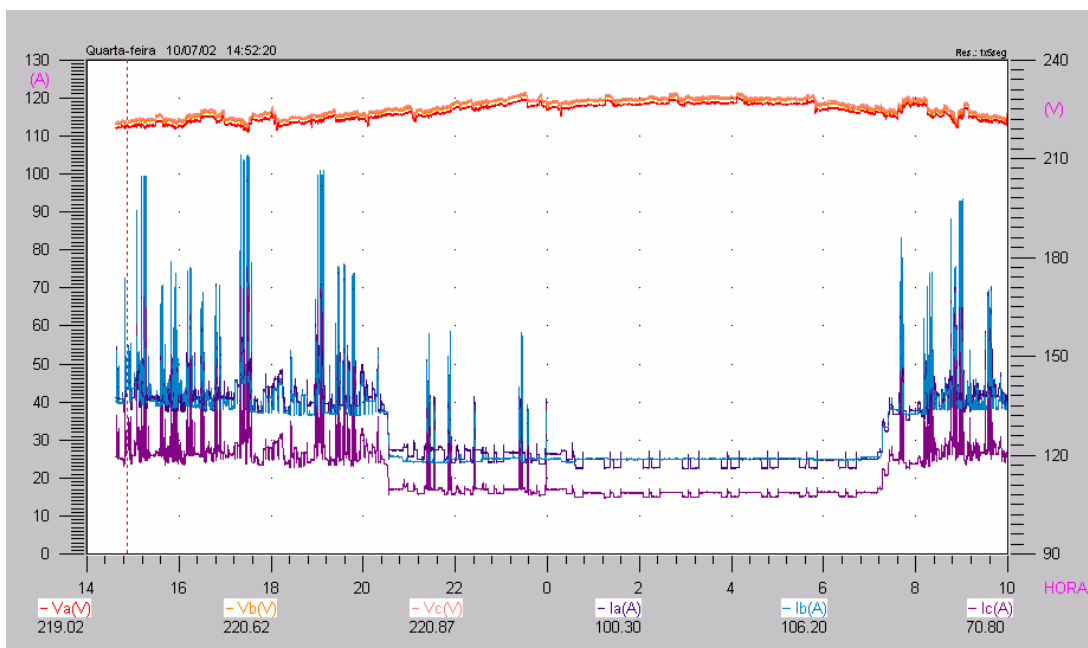


Figura 5.5 - Perfil de tensões e correntes por fase do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

O perfil de tensão não é afetado de maneira significativa pela alteração brusca no

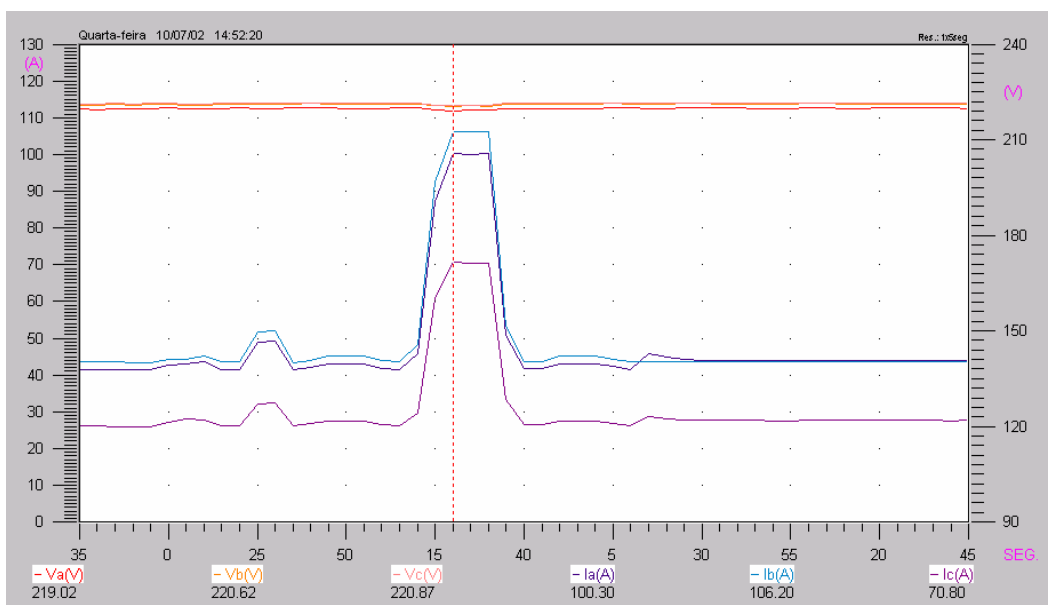


Figura 5.6 - Perfil de tensões e correntes por fase do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

valor da corrente, ou seja, a operação dos equipamentos não causa afundamento no perfil da tensão, conforme pode ser visto na Figura 5.6, que retrata o instante no qual foram apresentados os valores da Figura 5.5, com a escala temporal ampliada para segundos.

No perfil das correntes das figuras apresentadas percebe-se como o valor da corrente mais que duplica quando algum dos equipamentos entra em operação, evidenciando a influência dos aparelhos de imagem. No período de medição, registrou-se valores superiores a duas vezes a corrente normal de *stand by* dos equipamentos, indo de 44A a 106A na fase “b”. A partir da figura anterior, vê-se também que existe um desequilíbrio de carga entre as fases do transformador, devido à existência de equipamentos bifásicos no setor de radiologia.

Outro fator avaliado foi a distorção harmônica total existente no transformador. A Figura 5.7 apresenta o perfil de Distorção Harmônica Total – DHT por fase para tensão e corrente.

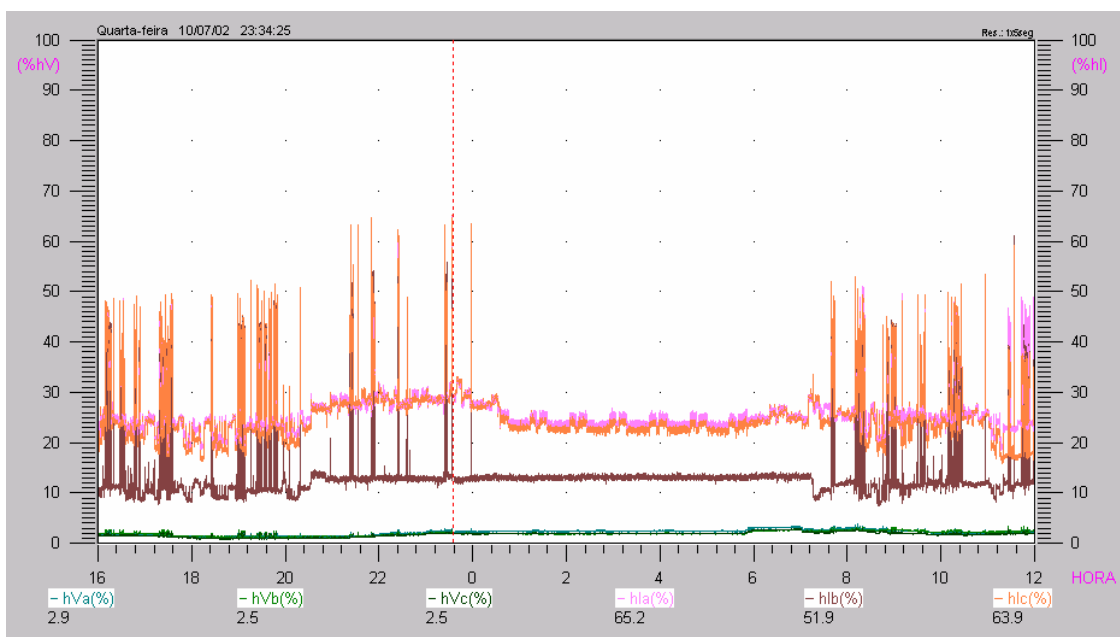


Figura 5.7 - Perfil de distorção harmônica total (DHT) de tensões e correntes por fase do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

Observa-se que a distorção total da tensão é pouco significativa (em torno de 2,5%), não se caracterizando um problema crítico de qualidade de energia. Já o perfil de DHT da corrente oscila bastante, chegando a valores superiores a 60% quando algum dos equipamentos entra em operação. No período de *stand by*, o valor fica em torno de

30% para as fases a e c e 12% para a fase “b”, conforme pode ser visto na Figura 5.8, que apresenta uma ampliação da escala temporal da Figura 5.7.

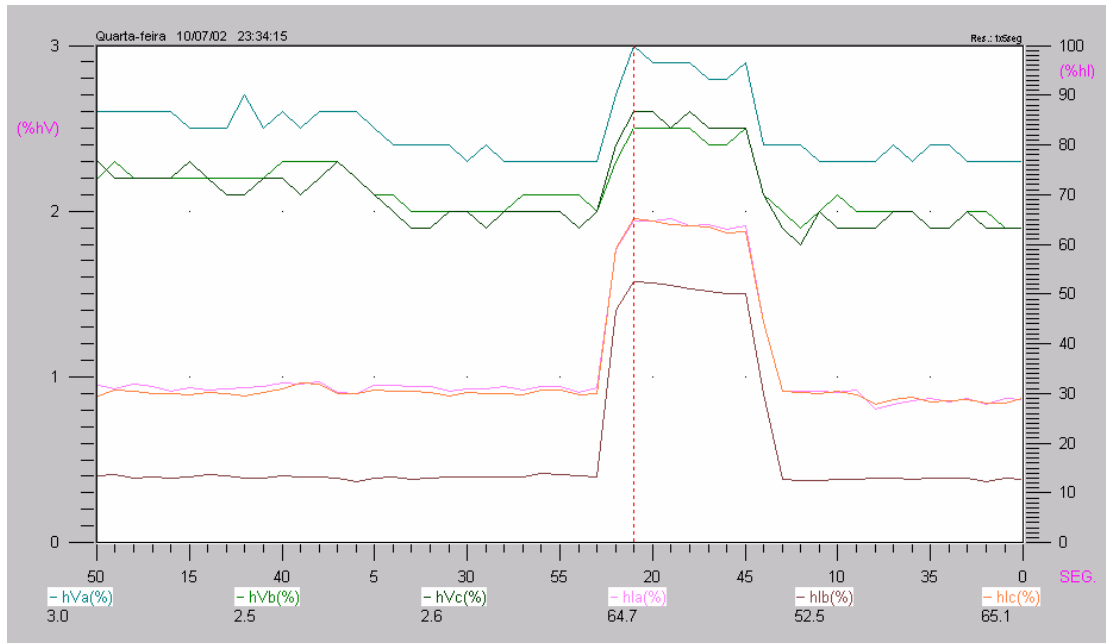


Figura 5.8 - Perfil de distorção harmônica total (DHT) de tensões e correntes por fase do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

Uma análise mais detalhada das distorções harmônicas pode ser vista nas Figuras 5.9 e 5.10. A forma de onda da tensão não está visivelmente distorcida, porém a forma de onda da corrente se apresenta com um alto índice de distorção (DHT de 45%). A corrente apresenta um perfil de onda totalmente fora do padrão senoidal.

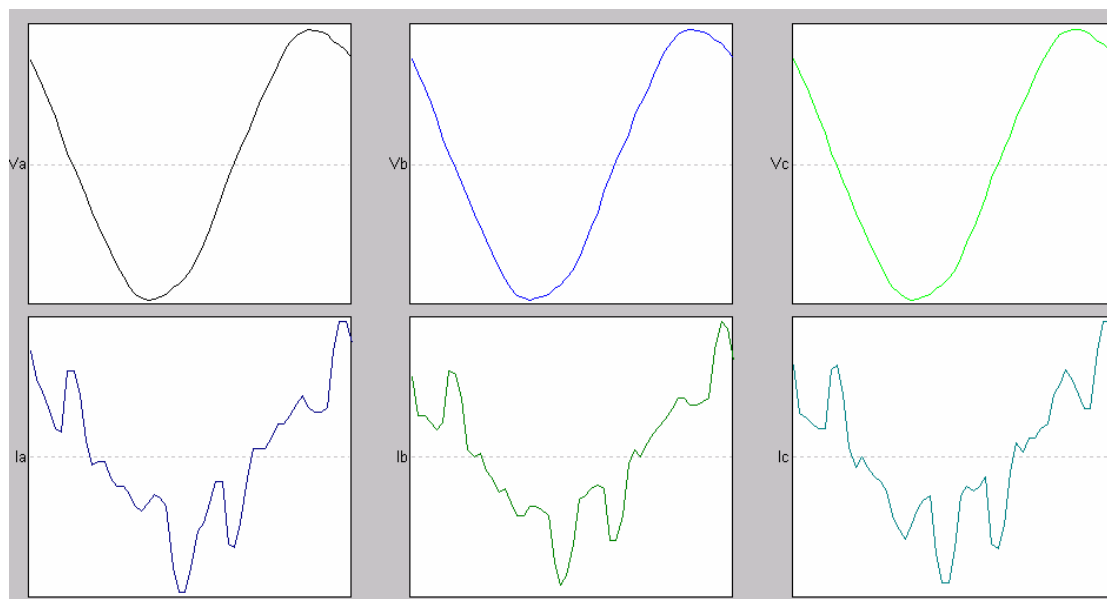


Figura 5.9 - Perfis das formas de onda de tensões e correntes por fase do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

A Figura 5.10 mostra o espectro de distribuição de freqüências para a corrente na fase “a”. Vê-se que os componentes harmônicos de maior representatividade são os de ordem ímpar, especialmente na 5ª e 7ª ordens (27,6% e 28,1%, respectivamente), seguidas da 11ª, 13ª, 17ª, 19ª, 23ª e 25ª. Pela concentração de maiores distorções em torno das ordens múltiplas de 06, esta forma de distribuição caracteriza um sistema com retificador de 06 (seis) pulsos operando no sistema no momento da medição.

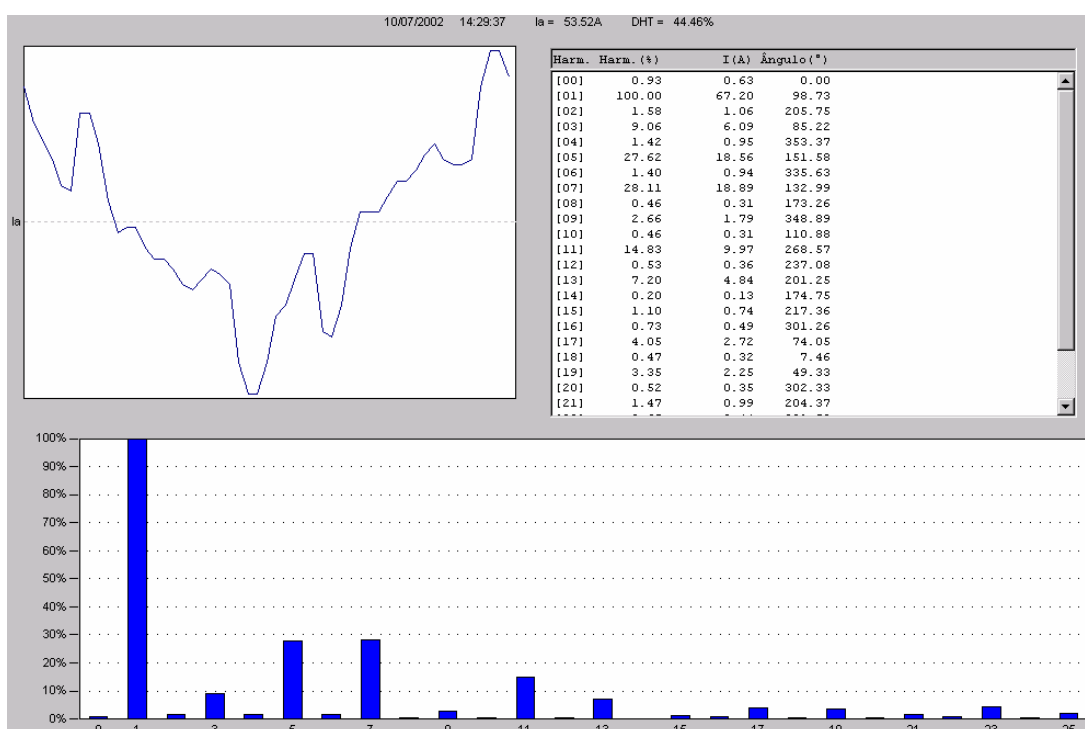


Figura 5.10 - Espectro de freqüência das distorções harmônicas de corrente (fase a) registradas no secundário do transformador do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

Foram também realizadas medições individualizadas em equipamentos de Raios-X. O setor de radiologia possui 04 salas de exames, sendo que em uma delas o aparelho de Raios-X é digital. Assim foram efetuadas três medições de grandezas nas salas mais utilizadas, considerando-se também intervalo de integração de 05 (cinco) segundos e período de medição de 24 (vinte e quatro) horas. As Figuras 5.11, 5.12 e 5.13 apresentam os perfis de tensões por fase, corrente por fase e DHT, respectivamente, para o equipamento de Raios-X localizado na sala de exames 01. O aparelho desta sala possui as seguintes características:

Fabricante: Siemens

Modelo: Polymat B

Gerador de alta frequência: 500mA, 150kV

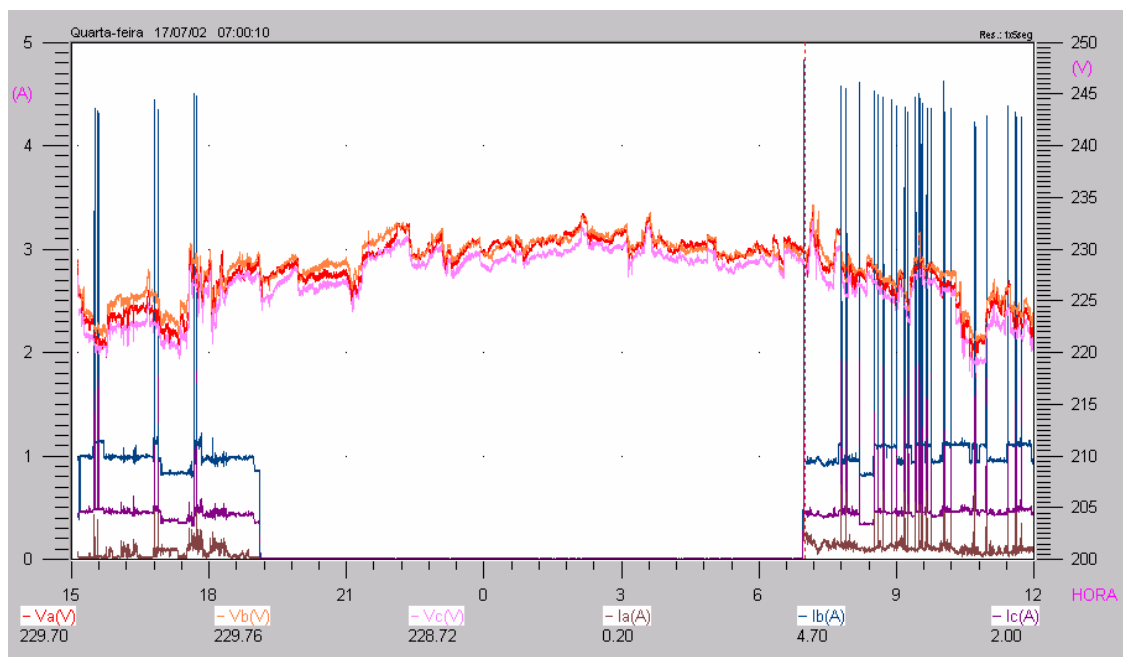


Figura 5.11 - Perfil de correntes e tensões do aparelho de Raios-X da sala de exames 01 do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

Observa-se que o nível das correntes solicitadas por este aparelho esteve abaixo de 1A, no período de *stand by*, chegando a valores superiores a 4A na fase “b”, durante a execução do exame radiológico.

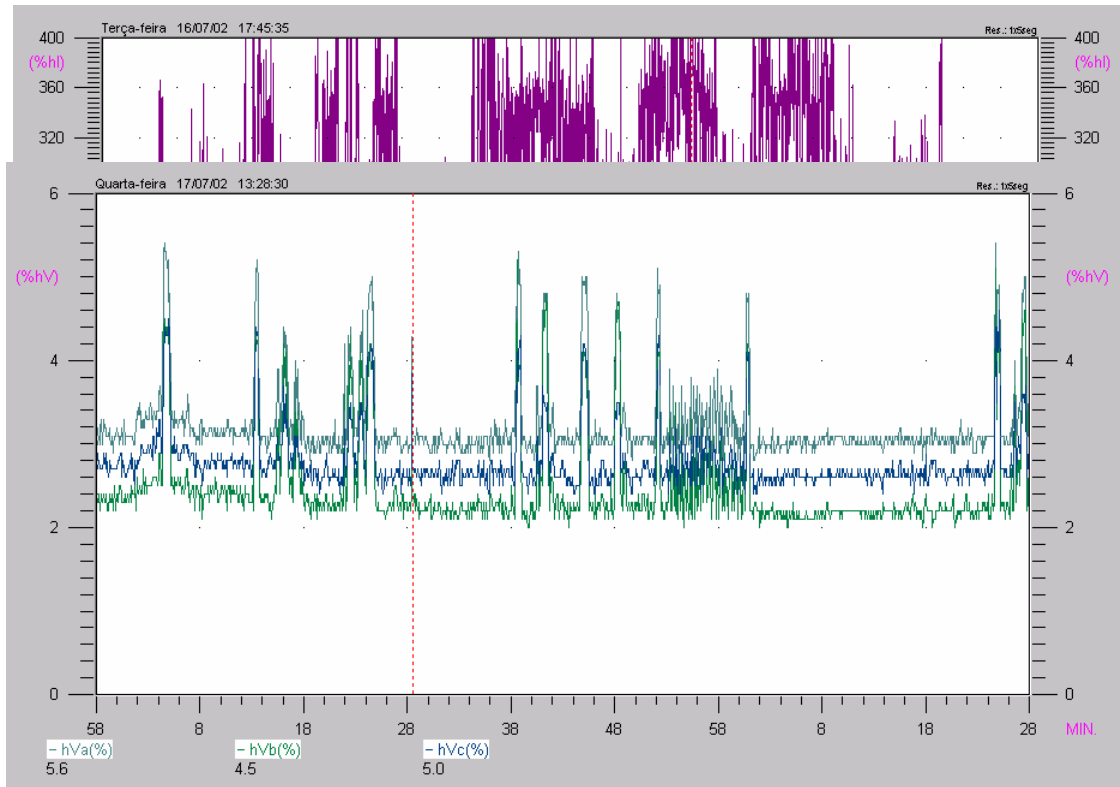
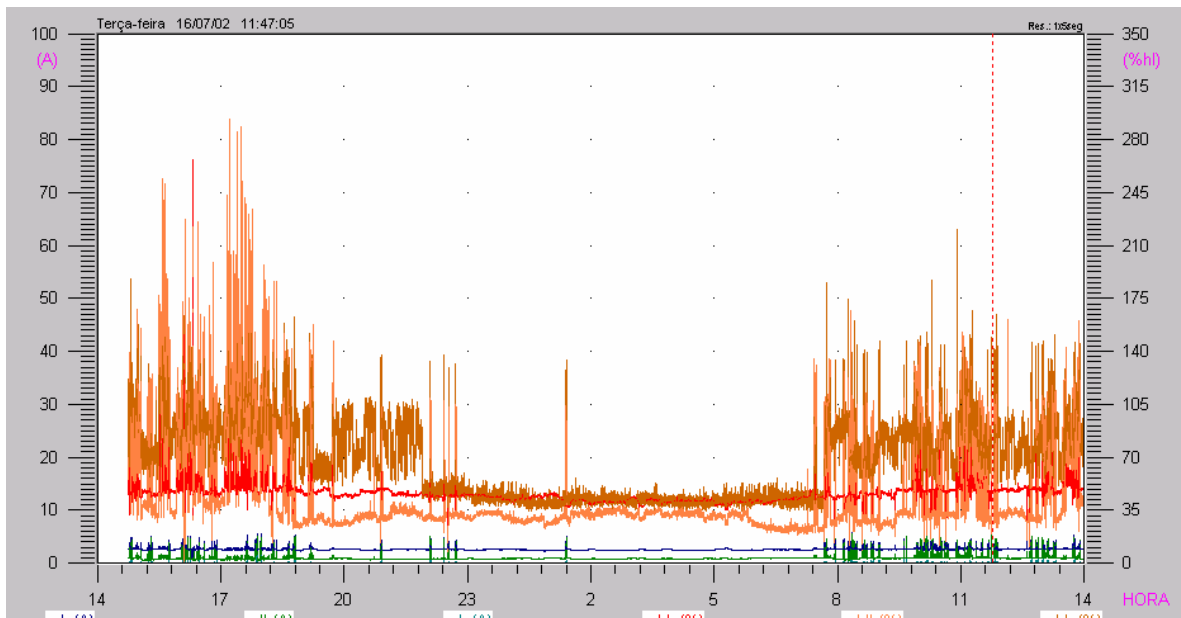


Figura 5.13 - Perfil de DHT das tensões por fase do aparelho de Raios-X da sala de exames 01 do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

A distorção no valor das correntes por fase ultrapassa os 400% (quatrocentos por cento) quando o aparelho entra em operação. Já a DHT de tensão alcança valores superiores a 5% (cinco por cento).

O equipamento de Raios-X digital foi também monitorado e as distorções totais de corrente e tensão são mostradas nas Figuras 5.14 e 5.15.



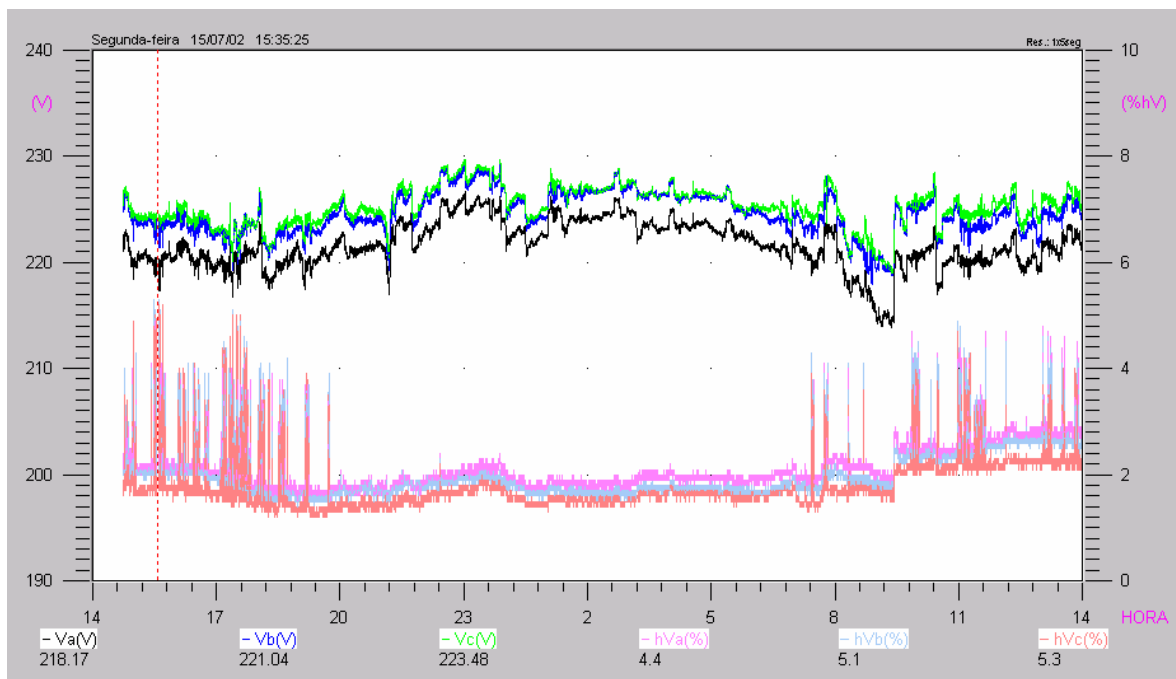


Figura 5.15 - Perfil de DHT das tensões por fase do aparelho de Raios-X digital do setor de radiologia do Hospital Espanhol.

Este equipamento possui as seguintes características:

Fabricante: Siemens

Modelo: Serigraf CF

Gerador de alta frequência: 500mA, 100kV

As distorções causadas por este aparelho são inferiores às apresentadas pelo equipamento normal de Raios-X, apresentando valores inferiores a 5% (cinco por cento) para a tensão e inferiores a 300% (trezentos por cento) para a corrente, durante a maior parte de período de medição.

5.3.4 INTERAÇÃO COM A REDE DE ALIMENTAÇÃO

A maioria dos equipamentos de Raios-X possui dois modos de operação: contínuo e momentâneo. No modo contínuo a carga é usualmente pequena e causa poucos problemas ao restante do sistema. No entanto, o modo momentâneo pode ser um problema, devido ao valor elevado da carga e seu alto conteúdo harmônico (Smith et al., 1997). Estes equipamentos apresentam a característica de requererem grande capacidade de potência do transformador por curtíssimo período de tempo (Santana,

1996). Assim, o transformador permanece ocioso durante a maior parte do tempo, mas deve ser dimensionado para a potência máxima do equipamento, a fim de assegurar o rendimento do mesmo (Santana, 1996).

Os Aparelhos de Raios-X normalmente operam em sistemas trifásicos 380/220V e necessitam de rede de alimentação específica e individual, devendo ter um transformador independente para o alimentador para garantir a segurança da instalação elétrica (Santana, 1996). Segundo estudo desenvolvido por Gouvêa (1994), equipamentos com potência de curta duração (durante a execução do exame radiológico) superior a 5kVA requerem avaliação mais detalhada de flutuações de tensão que podem ser provocadas por este tipo de equipamento. O dimensionamento do sistema elétrico que atende a Aparelhos de Raios-X de grande porte e fixo deve ser feito com base nas determinações da NBR 5410/90, tomando como base a potência nominal do equipamento (Santana, 1996).

Como a realização do exame radiológico se caracteriza por curto tempo de execução e corrente de intensidade elevada, o perfil de carga deste tipo de equipamento se apresenta bastante pulsado e intermitente, exigindo elevado pico de demanda por um curto período de tempo. Por isto, os Aparelhos de Raios-X requerem grande capacidade de potência do transformador, da ordem de 10 a 160kVA, durante não mais que 3 a 4 segundos por vez (Santana, 1996). Devido a esta característica, se configuram como possíveis fontes de interferências para equipamentos menores e mais sensíveis, como monitores cardíacos, aparelhos de eletroencefalografia, eletrocardiografia e outros.

Outro aspecto importante é a interação deste tipo de aparelho com o sistema de geração de emergência, uma vez que os Aparelhos de Raios-X possuem um alto fator de potência, fazendo com que uma carga real elevada seja imposta ao sistema gerador. Devido ao alto requisito de potência destes equipamentos, exposições de Raios-X podem causar redução da rotação de geradores, reduzindo a frequência da fonte de suprimento (Heintel & Credico, 1997).

Unidades de radiografia não utilizam suas correntes normais de descarga durante longos períodos. Entretanto, quando disparam, eles precisam ter a tensão e a corrente necessários disponíveis para excitar o tubo de Raios-X de forma adequada (Heintel & Credico, 1997). Do ponto de vista da interferência da rede sobre o Aparelho de Raios-X, para garantir uma operação adequada, estes equipamentos devem trabalhar dentro de determinada faixa de tensão, na qual a regulação da tensão não deve exceder 3-10% da

faixa, sendo que durante uma exposição a tensão não pode cair a mais de 6% (Heintel & Credico, 1997).

A qualidade da tensão é muito importante em instalações de Raios-X. Mínimos valores de distúrbios e quedas de tensão são essenciais (Smith et al., 1997, p.20). A própria conservação do equipamento pode ser comprometida, pois o tubo de Raios-X experimenta perda de vida útil e mau funcionamento se uma regulação adequada da tensão não for mantida (Harvey et al, 1997).

De acordo com Gouvêa (1994), a penetração harmônica nas redes de distribuição secundária e primária é um problema inexistente, mesmo nas instalações que não possuem filtro de harmônicas. Para o equipamento analisado no estudo desenvolvido por ele a distorção harmônica total ficou em 14% na barra onde o equipamento estava conectado, sendo a 3ª harmônica (180Hz) a de maior influência com 14% de distorção, seguida da 5ª (300Hz) com 4% e da 7ª (420HZ) com 2%. Entretanto, deve-se observar que as simulações realizadas contemplaram um tipo específico de equipamento, funcionando de forma isolada.

5.4. CONCLUSÃO

O Aparelho de Raios-X é um equipamento eletromédico de uso bastante intenso e de grande difusão. Suas características de funcionamento lhe conferem uma certa sensibilidade a distúrbios na tensão da rede de suprimento. Ao mesmo tempo, se apresentam como fonte de poluição harmônica bastante significativa.

A necessidade de carga quase instantânea leva este equipamento a apresentar um perfil bastante irregular de utilização, solicitando da rede picos significativos de potência. Por conta disso todo o seu sistema de alimentação deve ser dimensionado para suportar a sua carga máxima, mesmo que utilizada por curtíssimo período de tempo. Mesmo o sistema de geração de emergência dever ser dimensionado adequadamente para suportar a carga significativa imposta quando o Aparelho de Raios-X entra em operação.

No momento da exposição, a tensão necessária deve estar disponível para ser utilizada ou o resultado do exame (a imagem) sairá com problemas. Assim, oscilações na tensão de alimentação podem levar a perda de exames, com exposição desnecessária

do paciente à radiação. Este ponto é de grande importância, pois pode levar a diagnósticos errôneos ou afetar a saúde do paciente.

Com o avanço tecnológico cada vez maior, no que tange à melhoria da imagem e redução do tempo de exposição, pode-se prever que estes equipamentos incorporarão mais componentes sensíveis a distúrbios elétricos e/ou um aumento no nível da alta tensão necessária ao seu funcionamento. Tudo isto tende a tornar este tipo de equipamento um dos mais críticos quanto à compatibilidade eletromagnética.

Fica bastante evidente a importância do dimensionamento correto do sistema elétrico que alimenta equipamentos de radiologia, bem como a necessidade de isolar este tipo de equipamento em transformador único, especialmente para os aparelhos com potência nominal superior a 5kVA. Estes cuidados garantem a minimização das interferências destas cargas sobre outros equipamentos eletromédicos sensíveis.

A análise apresentada neste capítulo comprova, através de medições, os distúrbios gerados pelo Aparelho de Raios-X no sistema de suprimento, demonstrando, pela análise de sua forma de operação, a sua sensibilidade a alterações na tensão de fornecimento. Cabe uma avaliação mais criteriosa de outros tipos de equipamentos eletromédicos, a exemplo dos de laboratório, acelerador linear e ressonância magnética, que também podem ser afetados por problemas na qualidade da energia fornecida ou causar distúrbios à rede de alimentação.

CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema Qualidade de Energia Elétrica – QEE tem tido ampla discussão em diversos países, especialmente considerando-se a globalização e a formação de blocos econômicos, que leva à necessidade de uniformização de terminologias, normas adotadas e legislação de controle. Este, aliás, é um dos pontos críticos que afetam a ampla compreensão do tema e a troca de informação entre os diversos centros de pesquisa: a inexistência de nomenclatura padronizada concernente aos problemas que afetam a qualidade de energia. A bibliografia consultada apresenta diversas formas de referência em relação a um mesmo tipo de distúrbio, dificultando o entendimento dos problemas que caracterizam a falta de qualidade na rede elétrica.

Mundialmente existe a mobilização de diversos organismos no sentido de estudar os efeitos e causas dos distúrbios elétricos que afetam a QEE em diversos seguimentos de consumidores. Ao mesmo tempo, estão sendo realizadas revisões em normas existentes sobre o tema, bem como o desenvolvimento de estudos para a elaboração de novas normas para abranger aspectos que ainda não estão cobertos pelas existentes. O IEEE e o IEC são os principais organismos dentre os que estão à frente do desenvolvimento e revisão de normas e na publicação de extenso material sobre o tema, ao mesmo tempo organismos independentes, como o *Electric Power Research Institute* - EPRI, estão desenvolvendo pesquisas em conjunto com os usuários de forma a resolver localmente os problemas detectados e divulgar os procedimentos aplicados a cada caso.

Entretanto, no que tange ao desenvolvimento do aspecto legislativo muito pouco tem sido feito. Percebe-se que a maioria dos países se refere à norma que deve ser seguida ou define que a EEE tem critérios a serem obedecidos, porém não impõe qualquer tipo de punição para o não cumprimento dos padrões esperados. Como não existe a punição, não existe a necessidade da fiscalização e, portanto, o controle da qualidade do produto e do serviço fica por conta do consumidor. Este é um procedimento interessante se a EEE assume o compromisso de que deve atender o

consumidor dentro do nível de qualidade previsto e a responsabilidade de dirimir qualquer dúvida e resolver os problemas que o consumidor venha a reclamar.

No Brasil, o processo de reestruturação do setor elétrico está levando a uma maior conscientização dos agentes para a importância da qualidade da energia elétrica. O órgão regulador, ANEEL, tem editado resoluções no sentido de estabelecer níveis adequados de qualidade que sejam seguidos por todas as EEE. Entretanto, apenas os requisitos referentes à variação do valor da tensão com relação ao valor contratado e interrupções com duração superior a 01 (um) minuto estão contemplados. Os distúrbios momentâneos ainda não estão sendo considerados do ponto de vista legal. Este é um aspecto que deve ser inserido num futuro bastante próximo dado o constante avanço tecnológico e a necessidade de confiabilidade dos sistemas elétricos. Já é evidente a premência pela elaboração de legislação que torne clara a responsabilidade de cada agente e as implicações do não cumprimento dos padrões estabelecidos. Ainda, é importante estabelecer procedimento para fiscalização da adequação de cada agente.

Muito do que existe hoje se baseia em estudos realizados para nichos específicos do mercado, a exemplo da classe industrial, que compreende cargas de grande impacto no sistema elétrico. Entretanto, percebe-se cada vez mais que outros consumidores, inclusive os residenciais, começam a utilizar cargas perturbadoras que afetam de forma significativa outras cargas sensíveis. É também o caso das instalações médico-hospitalares.

Os EAS possuem diversos tipos de equipamentos que estão em contínuo aperfeiçoamento e que incorporam tecnologias poluidoras e sensíveis. Os equipamentos de laboratório e os de imagem são os que tem sofrido maior inovação tecnológica e, por conta disso, são considerados os mais sensíveis a distúrbios na rede de alimentação. Ao mesmo tempo, são equipamentos que podem estar disseminando distúrbios na rede. Dadas estas características, foi escolhida a área de imagem para estudo, com base na sua grande difusão e no fato da carga ser significativa.

Dentre os equipamentos de imagem, o Aparelho de Raios-X é um dos dispositivos eletromédicos de uso mais freqüente e mais difundidos em EAS de diversos tamanhos, desde grandes hospitais até consultórios odontológicos. Pela sua forma de operação, percebe-se o impacto direto que é transferido à rede elétrica quando o aparelho entra em funcionamento efetivo para execução do exame radiológico, especialmente se for considerado que a sua carga pode chegar a 160kVA. Outro fator

importante é a distorção harmônica imposta à rede devido à operação do retificador incorporado ao aparelho. Este é um aspecto que qualifica o Aparelho de Raios-X como altamente poluidor, o que fica plenamente configurado pelas medições realizadas. Ao mesmo tempo, ficou clara a sua sensibilidade a variações no valor da tensão de alimentação, que pode levar ao aumento dos custos, com a repetição de exames, e a exposição desnecessária do paciente à radiação. Desta forma conclui-se que os EAS são consumidores potencialmente poluidores, com cargas também muito sensíveis, que necessitam de um estudo mais detalhado de seu perfil.

Do exposto chega-se às seguintes conclusões:

- a) Não existe uma nomenclatura nacional ou internacional que agrupe os termos associados a QEE e facilite a troca de informações. A existência de uma nomenclatura internacionalmente consistente implica na melhoria da eficácia de troca de conhecimento e na disseminação dos conceitos;
- b) A legislação internacional se reporta às normas existentes sobre valores mínimos aceitáveis para alguns dos problemas associados a QEE e procedimentos para avaliação de alguns aspectos da QEE. Em poucos países estão previstas penalidades para o descumprimento de padrões estabelecidos para a QEE, a exemplo do Brasil, abrangendo apenas alguns aspectos dos distúrbios;
- c) No âmbito nacional, a legislação existente se restringe aos aspectos relativos a frequência e duração das faltas de energia (Resolução ANEEL 024/00), consideradas aquelas de tempo superior a 1 minuto, e às variações no valor da tensão lida (Resolução ANEEL 505/01), caracterizando a tensão lida em adequada, precária e crítica. Desta forma, ainda não estão definidos valores limites para as distorções da forma de onda da tensão e da corrente, bem como as variações momentâneas no valor da tensão;
- d) Muitos estudos têm sido desenvolvidos no intuito de melhorar a interface elétrica entre os consumidores industriais que possuem cargas especiais, a exemplo das siderúrgicas, e a rede de distribuição. Entretanto, outras classes de consumidores não têm tido a mesma atenção, levando a uma falta de informações sobre a real situação da interação entre as suas cargas e o sistema elétrico;

- e) O seguimento das EAS possui um potencial muito grande para estudo, dada a grande diversidade de equipamentos eletromédicos utilizados e a contínua adequação tecnológica que os mesmos sofrem. Um bom exemplo disso é o Aparelho de Raios-X, um equipamento muito empregado e que tem sofrido uma evolução tecnológica bastante intensa, agregando componentes eletrônicos muito sensíveis visando a melhoria da imagem e a otimização do tempo de exposição.

Por conta dos aspectos relacionados, fica clara a necessidade do desenvolvimento de trabalhos no sentido de viabilizar a elaboração de um dicionário internacional de termos associados a QEE e de avaliar outras classes de consumidores a exemplo das EAS e dos residenciais, para verificar a amplitude do impacto que a utilização das novas tecnologias tem sobre o sistema elétrico. Ao mesmo tempo, urge definir critérios mais detalhados para caracterizar os requisitos mínimos que o sistema elétrico deve ter com relação aos aspectos ainda não cobertos pela legislação existente, como, por exemplo, as distorções harmônicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023** – Informação e documentação - Referências. Rio de Janeiro: 2000.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Estabelece as disposições relativas à continuidade da distribuição de energia elétrica a unidades consumidoras. Resolução n. 024, de 27 jan. 2000. **Lex:** Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p.23, 28 jan. 2000. Legislação Federal e Marginalia.

_____. Estabelece, de forma atualizada e consolidada, as disposições relativas à conformidade dos níveis de tensão de energia elétrica em regime permanente. Resolução n. 505, de 26 nov. 2001. **Lex:** Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p.16, 27 nov. 2001. Legislação Federal e Marginalia.

_____. Estabelece, de forma atualizada e consolidada, as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. Resolução n. 456, de 29 nov. 2000. **Lex:** Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p.35, 30 nov. 2000. Legislação Federal e Marginalia.

BERTOLO, L. **A física do diagnóstico com Raios-X**. Disponível em: <<http://www.lui-bertolo.hpg.com.br/Raio X/Raio X.htm>>. Acesso em: 06 nov. 2001.

BOLLEN, M. H. J. Overview of Power Quality and Power Quality Standard. In: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **Undersanding Power Quality Problems: Voltage, Sags and Interruptions**. New York: IEEE Press Marketing, 2000. p. 1-25.

_____. Sumary and Conslusions. In: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **Undersanding Power Quality Problems: Voltage, Sags and Interruptions**. New York: IEEE Press Marketing, 2000. p. 453-463.

_____. Appendix A: Overview of EMC Standards. In: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **Undersanding Power Quality Problems: Voltage, Sags and Interruptions**. New York: IEEE Press Marketing, 2000. p. 477-479.

_____. Appendix B: IEEE Standards on Power Quality. In: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **Undersanding Power Quality Problems: Voltage, Sags and Interruptions**. New York: IEEE Press Marketing, 2000. p. 481-483.

BORENSTEIN, C. R.; CAMARGO, C. C. B. Alianças estratégicas e gerências da qualidade. In: _____. **O setor elétrico no Brasil: dos desafios do passado às alternativas do futuro**. 1.ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1997. 318p. p.233-264. ISBN 85-241-0545-3.

BORENSTEIN, C. R. (Coord.), et al. Planejamento integrado de recursos e gestão estratégica da qualidade como instrumento de gestão no setor elétrico brasileiro. In: _____. **Regulação e gestão competitiva no setor elétrico brasileiro**. 1.ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1999. 280p. p.235-246. ISBN 85-241-0602-6.

BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Estabelece as disposições relativas à continuidade de serviço a serem observadas pelos concessionários de serviço público de eletricidade no fornecimento de energia elétrica a seus consumidores. Portaria n. 046, de 17 abr. 1978. **Lex**: Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p.5.858, 26 abr. 1978. Legislação Federal e Marginalia.

_____. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Determina ao concessionário de serviço público de energia elétrica, critérios quanto às tensões de fornecimento a seus consumidores. Portaria n. 047, de 17 abr. 1978. **Lex**: Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p.5.853, 26 abr. 1978. Legislação Federal e Marginalia.

_____. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Altera as alíneas a e b do item 2 e o parágrafo 4º do artigo 1º da PRT DNAEE 047 de 17.04.1978, que determina ao Concessionário de Serviço Público de Energia Elétrica, critérios quanto às tensões de fornecimento a seus consumidores. Portaria n. 004, de 10 jan. 1989. **Lex**: Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p.642, 11 jan. 1989. Legislação Federal e Marginalia.

_____. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Estabelece as disposições de continuidade, referentes a suprimentos de energia elétrica, a serem observados pelos concessionários supridores. Portaria n. 031, de 11 abr. 1980. **Lex**: Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p.642, 16 abr. 1980. Legislação Federal e Marginalia.

_____. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Altera as alíneas a e b do item 2 e o parágrafo 4º do artigo 1º da PRT DNAEE 047 de 17.04.1978, que determina ao Concessionário de Serviço Público de Energia Elétrica, critérios quanto às tensões de fornecimento a seus consumidores. Portaria n. 004, de 10 jan. 1989. **Lex**: Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p.642, 11 jan. 1989. Legislação Federal e Marginalia.

_____. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. **Índices de Qualidade de Fornecimento de Energia Elétrica**. In. Manual de Implantação da Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica, versão 3.1, 1997. 7p.

BRONZEADO, H. S. **Qualidade de Energia Elétrica - Conceitos, Problemas e Soluções**: curso especial, 12-16 abr 1999. Notas de aula. Xerografado.

_____. **Conceitos, avaliação, análise e controle dos distúrbios causados pela operação de consumidores especiais.** In: Ciclo de Palestras de Estudos e Palejamento da Operação e Sistemas, I, 1986, Salvador. 20p. Trabalho não publicado.

_____. **Experiência da CHESF no suprimento a consumidores com cargas especiais.** In: IEEE – BRASILCON'88, 1988, Rio de Janeiro. 7p. Trabalho não publicado.

BRONZEADO, H. S.; C. NETO, S. D.; PONTES, S. M. M. **Power quality issues in a deregulated environment.** In: Congresso Latino Americano de Distribuição de Energia Elétrica - CONLADIS, 1998, São Paulo. 4p. Trabalho não publicado.

BRONZEADO, H. S., et al. **Uma proposta de nomenclatura nacional de termos e definições associadas à qualidade da energia elétrica.** In: Seminário Brasileiro de Qualidade de Energia Elétrica – SBQEE, II, 1997, São Lourenço. 6p. Trabalho não publicado.

COMISSÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE ENERGIA. **Qualidade de Fornecimento de Energia Elétrica.** Disponível em: <<http://www.cspe.sp.gov.br/qualidade/eneletri.html>>. Acesso em: 13 jun. 2001.

CENTRAIS ELÉTRICAS DO BRASIL - ELETROBRÁS. **Critérios e Procedimentos para o Atendimento a Consumidores com Cargas Especiais.** São Lourenço:1997. 55p. Trabalho não publicado.

ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE. **Power Quality and Electromagnetic Compatibility: Case Studies for the Healthcare industry.** Disponível em: <<http://www.epri.com>>. Report TR-11393. Acesso em: 09 abr. 2001.

_____. **Power Quality in the Healthcare Industry.** Disponível em: <<http://www.epri.com>>. Report BR-108466. Acesso em: 09 abr. 2001.

EMERGENCY CARE RESEARCH INSTITUTE. X-ray generators. In: _____. **Healthcare products Comparison System - hpcs.** New York: 1998. CD-ROM. ISBN 0-941417-56-5

_____. Radiographic Units, Mobile. In: _____. **Healthcare products Comparison System - hpcs.** New York: 1998. CD-ROM. ISBN 0-941417-56-5

FELELON, S. **Da Radiologia convencional a Imaginologia atual.** Disponível em: <<http://www.imaginologia.com.br/historia/editorial.htm>>. Acesso em: 07 dez. 2001.

FINAN, D. Power Plays and Protection: Increased computer reliance means heightened vulnerability to power problems. **Health Management Technology.** Disponível em: <<http://www.healthmgtech.com/archives/h0101power.htm>>. Acesso em: 06 mar. 2001.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Guide to Inspections of Electromagnetic Compatibility Aspects of Medical Device Quality**. Disponível em: <http://www.fda.gov/ora/inspect_ref/igs/elec_med_dev/emc1.html>. Acesso em: 01 fev. 2002.

FRÖHLICH, D.; BUCHWALD, H. Complying with European Requirements for Medical Equipment and Systems. **Compliance Engineering**. Disponível em: <<http://www.ce-mag.com/ARG/Buchwald.html>>. Acesso em: 17 dez. 2001.

GOUVÊA, M. R., et al. **Critério para Atendimento de Cargas de Raio X**. In: XII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, 1994, Recife. 18p. Trabalho não publicado.

HARVEY, J., et al. Electrical Power Distribution System. In: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities**. New York: IEEE Press Marketing, 1997. p.39-90.

HEINTEL, R. E; CREDICO, J. Medical Equipment and Instrumentation. In: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities**. New York: IEEE Press Marketing, 1997. p. 341-394.

KAKUNO, E. M. **Raios-X**. Disponível em: <<http://fisica.ufpr.br/lorxi/>>. Acesso em: 07 dez. 2001.

KALBACH, J. F.; KEELING, M. C.; WAGGONER, R. W. Fundamentals. In: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE Recommended Practice for Electric Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment**. New York: IEEE Press Marketing, 1992. p. 57-85.

KEY, T. S. Introduction. In: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE Recommended Practice for Electric Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment**. New York: IEEE Press Marketing, 1992. p. 21-28.

KIMMEL, W. D.; GERKE, D. D. Medical EMC: Standards Revisions and New Technologies Make a Busy Time. **Compliance Engineering**. Disponível em: <<http://www.ce-mag.com/archive/1999/mayjune/Kimel.html>>. Acesso em: 17 dez. 2001.

KODALI, V. P. Introduction. In: **Engineering Electromagnetic Compatibility: principles, measurements, and technologies**. New York: IEEE Press Marketing, 1996. p.1-22.

_____. EMC Standards. In: _____. **Engineering Electromagnetic Compatibility: principles, measurements, and technologies**. New York: IEEE Press Marketing, 1996. p.315-331.

- MAGRANAGHAN, M. **Overview of Power Quality Standard**. Disponível em: <<http://www.pqnet.electrotek.com/pqnet/main/standard/paper1/overview.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2001.
- MARTINS, J. S. B.; LINO, M. A. C. **Normas e recomendações para redação de dissertações e teses**. Salvador. 45p. Trabalho não publicado.
- MARTZLOFF, F. D. General Guidelines. In: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE Recommended Practice for Electric Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment**. New York: IEEE Press Marketing, 1992. p. 39-56.
- MOSS, T. P. **Power Quality Issues and Interactions in Modern Electrical Distribution Systems**. Disponível em: <<http://www.ashe.org/members/Q/techdoc12.html>>. Acesso em: 18 out. 2001.
- OKUNO, E. História das Radiações. In: _____. **Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios**. São Paulo: Harbra, 1988. p.05-11.
- _____. Um pouco de física das radiações. In: _____. **Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios**. São Paulo: Harbra, 1988. p.13-20.
- PORTAL ENGECLIN. **Radiology**. Disponível em: <<http://www.engeclin.com.br/artigos/art25/art25.htm>>. Acesso em: 14 dez. 2001.
- RAMOS, A. J. P.; BRONZEADO, H. S.; LIMA, M. V. B. C. **Qualidade de energia sob o ponto de vista da responsabilidade compartilhada: uma visão condominial**. In: Seminário Brasileiro de Qualidade de Energia Elétrica - SBQEE, 1996, Uberlândia. 11p. Trabalho não publicado.
- SANTANA, C. J. R. Introdução. In: _____. **Instalações Elétricas Hospitalares**. 1.ed. Porto Alegre: Edipucrs, 1996. p.09-20.
- _____. Instalações Elétricas em áreas de Métodos não-Invasivos. In: _____. **Instalações Elétricas Hospitalares**. 1.ed. Porto Alegre: Edipucrs, 1996. p.129-156.
- SANTOS, J. A.; PARRA FILHO, D. Apresentação e aspectos gráficos do trabalho. In: _____. **Metodologia Científica**. São Paulo: Futura, 1998. p.219-269.
- SHEEGLEN ASSOCIATES MANAGEMENT. **New Approach Directives**. Disponível em: <<http://www.sheeglen.com/eudir.htm>>. Acesso em: 01 fev. 2002.
- SILVA, R. J. R. G., et al. Responsabilidades e obrigações dos vários agentes no ambiente competitivo. **Revista Eletricidade Moderna**. São Paulo, Ano XXVIII, n.311. p.70-85, fev. 2000.

SIMONETTI, D. S. L. **Cargas Eletrônicas: Harmônicos e Qualidade de Energia** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por msilveira@unifacs.br em 01 março 2002.

SMITH, L. H., et al. Load Requirements and Energy Management. In: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities**. New York: IEEE Press Marketing, 1997. p.15-38.

TUV RHEINLAND OF NORTH AMERICA, INC. **EC Directives**. Disponível em: <<http://www.us.tuv.com/services/euro-ce/directiv/index.html>>. Acesso em: 30 jan. 2002.

ZOMBOLAS, C. Australian EMC Regulation and Routes Compliance. **Compliance Engineering**. Disponível em: <<http://www.ce-mag.com/ARG/Zombolas.html>>. Acesso em: 17 dez. 2001.

ANEXO 1 – LIMITES RECOMENDADOS PELO GCPS NO DOCUMENTO: “CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA ATENDIMENTO A CONSUMIDORES COM CARGAS ESPECIAIS”

Os limites estabelecidos no referido documento foram estabelecidos para aplicação em consumidores causadores de distúrbios em redes de transmissão e subtransmissão, com tensões iguais ou superiores a 13,8kV.

1. DISTORÇÃO HARMÔNICA

Tabela 1 - Limites globais de tensão expressos em porcentagem da tensão fundamental.

V < 69kV				V ≥ 69kV			
Ímpares		Pares		Ímpares		Pares	
Ordem	Valor	Ordem	Valor	Ordem	Valor	Ordem	Valor
3,5,7	5%	2,4,6	2%	2, 5, 7	2%	2, 4, 6	1%
9, 11, 13	3%	≥ 8	1%	9, 11, 13	1,5%	≥ 8	0,5%
15 a 25	2%			15 a 25	1%		
≥ 27	1%			≥ 27	0,5%		
D = 6%				D = 3%			

Legenda: D - Distorção Hamônica Total

Tabela 2 - Limites de tensão por consumidor expressos em porcentagem da tensão fundamental.

V < 69kV				V ≥ 69kV			
Ímpares		Pares		Ímpares		Pares	
Ordem	Valor	Ordem	Valor	Ordem	Valor	Ordem	Valor
3 a 25	1,5%	todos	0,6%	3 a 25	0,6%	todos	0 3%
≥ 27	0,7%			≥ 27	0,4%		
D = 3%				D = 1,5%			

Legenda: D - Distorção Hamônica Total

2. SEVERIDADE DE FLICKER

Tabela 3 - Limites globais de severidade de flicker.

	V < 69kV	V ≥ 69kV
Pst	1	0,8
Pit	0,8	0,6

Legenda: Pst - Nível de Severidade de Flicker de Curta Duração; Pit - Nível de Severidade de Flicker de Longa Duração.

Tabela 4 - Limites de severidade de flicker por consumidor.

	V < 69kV	V ≥ 69kV
Pst	0,6	0,5
Pit	0,5	0,4

Legenda: Pst - Nível de Severidade de Flicker de Curta Duração; Pit - Nível de Severidade de Flicker de Longa Duração.

3. DESEQUILÍBRIO E TENSÃO

Tabela 5 - Limites de desequilíbrio de tensão (K).

Global	Por Consumidor
≤ 2%	≤ 1,5%

Legenda: K- Fator de Desequilíbrio de Tensão.

ANEXO 2 - NORMAS SOBRE QUALIDADE DE ENERGIA OU COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA

1. NORMAS DO IEC

CISPR 16-2 (1999-08)	Ed. 1.1 Consolidated Edition Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity
CISPR 61000-6-3 (1996-12)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6: Generic standards - Section 3: Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
IEC SC77A	Low frequency EMC Phenomena - essentially equivalent of "power quality" in American terminology
TC 77/WG 1	Terminology (part of the parent Technical Committee)
SC 77A/WG 1	Harmonics and other low-frequency disturbances
SC 77A/WG 6	Low frequency immunity tests
SC 77A/WG 2	Voltage fluctuations and other low-frequency disturbances
SC 77A/WG 8	Electromagnetic interference related to the network frequency
SC 77A/WG 9	Power Quality measurement methods
SC 77A/PT 61000-3-1	Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 3-1: Limits - Overview of emission standards and guides. Technical Report
IEC 60118-13 (1997-09)	Hearing aids - Part 13: Electromagnetic compatibility (EMC)
IEC 60204-31 (2001-12)	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 31: Particular safety and EMC requirements for sewing machines, units and systems
IEC 60533 (1999-11)	Electrical and electronic installations in ships - Electromagnetic compatibility
IEC 60728-12 (2001-02)	Cabled distribution systems for television and sound signals - Part 12: Electromagnetic compatibility of systems
IEC/TR3 61000-1-1 (1992-05)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 1: General - Section 1: Application and interpretation of fundamental definitions and terms
IEC/TS 61000-1-2 (2001-06)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 1-2: General - Methodology for the achievement of the functional safety of electrical and electronic equipment with regard to Electromagnetic phenomena
IEC/TR3 61000-2-1 (1990-05)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 1: Description of the environment - Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems

IEC 61000-2-2 (1990-05)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 2: Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems
IEC/TR3 61000-2-3 (1992-10)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 3: Description of the environment - Radiated and non-network-frequency-related conducted phenomena
IEC 61000-2-4 (1994-02)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 4: Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances
IEC 61000-2-4 Corr.1 (1994-08)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 4: Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances
IEC/TR2 61000-2-5 (1995-09)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 5: Classification of Electromagnetic environments. Basic EMC publication
IEC/TR3 61000-2-6 (1995-09)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 6: Assessment of the emission levels in the power supply of industrial plants as regards low-frequency conducted disturbances
IEC/TR3 61000-2-7 (1998-01)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 7: Low frequency magnetic fields in various environments
IEC 61000-2-9 (1996-02)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 9: Description of HEMP environment - Radiated disturbance. Basic EMC publication
IEC 61000-2-10 (1998-11)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-10: Environment - Description of HEMP environment - Conducted disturbance
IEC 61000-2-11 (1999-10)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-11: Environment - Classification of HEMP environments
IEC 61000-3-2 (2001-10) Ed. 2.1	Consolidated Edition Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)
IEC 61000-3-3 (1994-12)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 3: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A
IEC/TS 61000-3-4 (1998-10)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-4: Limits - Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A
IEC/TR2 61000-3-5 (1994-12)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 5: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A
IEC/TR3 61000-3-6 (1996-10)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 6: Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems - Basic EMC publication
IEC/TR3 61000-3-7 (1996-11)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 7: Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power systems - Basic EMC publication
IEC 61000-3-8	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 8:

(1997-09)	Signalling on low-voltage electrical installations - Emission levels, frequency bands and Electromagnetic disturbance levels
IEC 61000-3-11 (2000-08)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-11: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems - Equipment with rated current ≤ 75 A and subject to conditional connection
IEC 61000-4-1 (2000-04)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-1: Testing and measurement techniques - Overview of IEC 61000-4 series
IEC 61000-4-2 (2001-04) Ed. 1.2	Consolidated Edition Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test
IEC 61000-4-3 (2001-04) Ed. 1.2	Consolidated Edition Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 4-3: Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, Electromagnetic field immunity test
IEC 61000-4-4 (1995-01)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC Publication
IEC 61000-4-5 (2001-04) Ed. 1.1	Consolidated Edition Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test
IEC 61000-4-6 (2001-04) Ed. 1.1	Consolidated Edition Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields
IEC 61000-4-7 (1991-08)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 7: General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto
IEC 61000-4-8 (2001-03) Ed. 1.1	Consolidated Edition Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-8: Testing and measurement techniques - Power frequency magnetic field immunity test
IEC 61000-4-9 (2001-03) Ed. 1.1	Consolidated Edition Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-9: Testing and measurement techniques - Pulse magnetic field immunity test
IEC 61000-4-10 (2001-03) Ed. 1.1	Consolidated Edition Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-10: Testing and measurement techniques - Damped oscillatory magnetic field immunity test
IEC 61000-4-11 (2001-03) Ed. 1.1	Consolidated Edition Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-11: Testing and measuring techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests
IEC 61000-4-12 (2001-04) Ed. 1.1	Consolidated Edition Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-12: Testing and measurement techniques - Oscillatory waves immunity test
IEC 61000-4-14 (1999-02)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-14: Testing and measurement techniques - Voltage fluctuation immunity test
IEC 61000-4-15 (1997-11)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 15: Flickermeter - Functional and design specifications

IEC 61000-4-16 (1998-01)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-16: Testing and measurement techniques - Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz
IEC 61000-4-17 (1999-06)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-17: Testing and measurement techniques - Ripple on d.c. input power port immunity test
IEC 61000-4-23 (2000-10)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-23: Testing and measurement techniques - Test methods for protective devices for HEMP and other radiated disturbances
IEC 61000-4-24 (1997-02)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 24: Test methods for protective devices for HEMP conducted disturbance - Basic EMC Publication
IEC 61000-4-25 (2001-11)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-25: Testing and measurement techniques - HEMP immunity test methods for equipment and systems
IEC 61000-4-27 (2000-08)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-27: Testing and measurement techniques - Unbalance, immunity test
IEC 61000-4-28 (1999-11)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-28: Testing and measurement techniques - Variation of power frequency, immunity test
IEC 61000-4-29 (2000-08)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-29: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests
IEC/TR3 61000-5-1 (1996-12)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 1: General considerations - Basic EMC publication
IEC/TR3 61000-5-2 (1997- 11)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 2: Earthing and cabling
IEC/TR 61000-5-3 (1999-07)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5-3: Installation and mitigation guidelines - HEMP protection concepts
IEC/TR2 61000-5-4 (1996-08)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 4: Immunity to HEMP - Specifications for protective devices against HEMP radiated disturbance. Basic EMC Publication
IEC 61000-5-5 (1996-02)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 5: Specification of protective devices for HEMP conducted disturbance. Basic EMC Publication
IEC 61000-5-7 (2001-01)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5-7: Installation and mitigation guidelines - Degrees of protection provided by enclosures against Electromagnetic disturbances (EM code)
IEC 61000-6-1 (1997-07)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6: Generic standards - Section 1: Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
IEC 61000-6-2 (1999-01)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
IEC 61000-6-4	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6: Generic standards -

(1997-01)	Section 4: Emission standard for industrial environments
IEC/TS 61000-6-5 (2001-07)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-5: Generic standards - Immunity for power station and substation environments
IEC 61204-3 (2000 -11)	Low-voltage power supplies, d.c. output - Part 3: Electromagnetic compatibility (EMC)
IEC 61326-1 (2000-11) Ed. 1.2	Consolidated Edition Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements
IEC 61543 (1995-04)	Residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use - Electromagnetic compatibility
IEC 61547 (1995-09)	Equipment for general lighting purposes - EMC immunity requirements
IEC 61800-3 (1996-06)	Adjustable speed electrical power drive systems - Part 3: EMC product standard including specific test methods
IEC/TR3 61917 (1998-06)	Cables, cable assemblies and connectors - Introduction to Electromagnetic (EMC) screening measurements
IEC 62040-2 (1999-02)	Uninterruptible power systems (UPS) - Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements

2. NORMAS DO IEEE

IEEE 519 (1992)	Harmonic Control in Electrical Power Systems
IEEE 1159 (1995)	Monitoring Electric Power Quality
IEEE 1159.1	Guide For Recorder and Data Acquisition Requirements
IEEE 1159.2	Power Quality Event Characterization
IEEE 1159.3	Data File Format for Power Quality Data Interchange
IEEE 602 (1996)	Electric Systems in Health Care Facilities
IEEE 1346 (2000)	Power System Compatibility with Process Equipment
IEEE Project 1564 (2000)	Voltage Sag Indices
IEEE Project 1100 (1992)	Powering and Grounding Electronic Equipment (Emerald Book)
IEEE Project 1433 (1999)	Power Quality Definitions
IEEE Project 1453 (1998)	Voltage Flicker

3. NORMAS DA ANSI

ANSI C62	Guides and standards on surge protection
ANSI C84.1	Voltage ratings for equipment and power systems
ANSI C57.110	Transformer derating for supplying non-linear loads
ANSI C63.18	Recommended practice for an on-site, ad hoc test method for estimating radiated Electromagnetic immunity of medical devices to specific radio-frequency transmitters
ANSI/AAMI PC69 2000	Active implantable medical devices-Electromagnetic compatibility-EMC test protocols for implantable cardiac pacemakers and implantable cardioverter defibrillators, 1ed
C63.14 1998	American National Standard Dictionary for Technologies of Electromagnetic Compatibility (EMC), Electromagnetic Pulse (EMP) and Electrostatic Discharge (ESD) (Dictionary of EMC/EMP/ESD Terms and Definitions)
SS-EN 61326/A1	Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements
SS-EN 61326-1	Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements - Part 1: General requirements
SS-EN 61000-6-2	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
SS-EN 61000-4-3/A1	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and measuring techniques - Radiated, radio-frequency, Electromagnetic field immunity test
SS-EN 61000-4-24	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 24: Test methods for protective devices for HEMP conducted disturbance - Basic EMC publication
SS-EN 61000-4-2/A1	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measuring techniques - Electrostatic discharge immunity test
SS-EN 61000-4-16	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-16: Testing and measurement techniques - Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz
SS-EN 61000-4-15	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measuring techniques - Section 15: Flickermeter - Functional and design specifications
SS-EN 61000-4-14	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-14: Testing and measurement techniques - Voltage fluctuation immunity test
SS-EN 61000-3-2/A2	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic currents emissions (equipment input current up to 16 A per phase)
SS-EN 61000-3-2/A1	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic currents emissions (equipment input current up to 16 A per phase)

SS-EN 61000-2-10	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-10: Environment - Description of HEMP environment - Conducted disturbance
SS-EN 61 547	Equipment for general lighting purposes - EMC immunity requirements
SS-EN 61 000-5-5	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 5: Specification of protective devices for HEMP conducted disturbance Basic EMC publication
SS-EN 61 000-4-6	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement - Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields
SS-EN 61 000-4-5	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 5: Surge immunity test
SS-EN 61 000-4-4	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test - Basic EMC Publication
SS-EN 61 000-4-2	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 2: Electrostatic discharge immunity test - Basic EMC Publication
SS-EN 61 000-4-12	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 12: Oscillatory waves immunity test - Basic EMC Publication
SS-EN 61 000-4-11	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests
SS-EN 61 000-4-1	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 1: Overview of immunity tests - Basic EMC publication
SS-EN 61 000-3-3	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 3: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage supply systems for equipment with rated current up to and including 16A
SS-EN 61 000-3-2/A12	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 2: Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase)
SS-EN 61 000-3-2	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 2: Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase)
SS-EN 61 000-2-9	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 9: Description of HEMP environment - Radiated disturbance - Basic EMC publication
SS-EN 61 000-2-4	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 4: Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances
SS-EN 50199	Electromagnetic compatibility (EMC) - Product standard for arc welding equipment

4. NORMAS DA ISO

ISO/TR 11062 Manipulating industrial robots - EMC test methods and performance
1994 evaluation criteria - Guidelines

5. NORMAS DA CENELEC – MDD 89/336/EEC

EN 50199 Electromagnetic compatibility (EMC) - Product standard for arc
1995 welding equipment

EN 55103-2 Electromagnetic compatibility - Product family standard for audio,
1996 video, audio-visual and entertainment lighting control apparatus for
professional use -- Part 2: Immunity

EN 55103-1 Electromagnetic compatibility - Product family standard for audio,
1996 video, audio-visual and entertainment lighting control apparatus for
professional use -- Part 1: Emission

EN 50083-2 Cable networks for television signals, sound signals and interactive
1995 services -- Part 2: Electromagnetic compatibility for equipment

EN 61000-3-3 Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 3-3: Limits - Limitation of
1995 voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage
supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase
and not subject to conditional connection

EN 55013 Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics
1990 of broadcast receivers and associated equipment

EN 55013 Amendment to subclauses 1.2, 2.1 & 2.2 and addition of subclauses
1990/A12:1994 3.6, 5.5 & 5.7

EN 55020 Electromagnetic immunity of broadcast receivers and associated
1994 equipment

EN 55014-1 Electromagnetic compatibility - Requirements for household
1993 appliances, electric tools and similar apparatus -- Part 1: Emission -
Product family standard

EN 50081-1 Electromagnetic compatibility - Generic emission standard -- Part 1:
1992 Residential, commercial and light industry

EN 50081-2 Electromagnetic compatibility - Generic emission standard -- Part 2:
1993 Industrial environment

EN 50082-2 Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard -- Part 2:
1995 Industrial environment

EN 50065-1 Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range
1991 3 kHz to 148,5 kHz -- Part 1: General requirements, frequency bands

	and electromagnetic disturbances
EN 50065-1 1991/A1:1992	Amendment to clauses 4, 6 & 7 and annex C of EN
EN 50130-4 1995	Alarm systems -- Part 4: Electromagnetic compatibility - Product family standard: Immunity requirements for components of fire, intruder and social alarm systems
EN 50065-1 1991/A2:1995	Amendment to clause 7 and addition of annex E
EN 61000-3-2 1995	Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase)
EN 50091-2 1995	Uninterruptible power systems (UPS) -- Part 2: EMC requirements
EN 50082-1 1997	Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard -- Part 1: Residential, commercial and light industry
EN 55013 1990/A14:1999	Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of broadcast receivers and associated equipment
EN 61543 1995	Residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use - Electromagnetic compatibility
EN 61547 1995	Equipment for general lighting purposes - EMC immunity requirements
EN 60870-2-1 1996	Telecontrol equipment and systems -- Part 2: Operating conditions -- Section 1: Power supply and electromagnetic compatibility
EN 50065-1 1991/A3:1996	Amendment to clauses 6 & 9 and subclause 8.1 and addition of annex E
EN 50263 1999	Electromagnetic compatibility (EMC) - Product standard for measuring relays and protection equipment
EN 55020 1994/A13:1999	Amendment to EN on ferrites and filters for the TEM cell
EN 55013 1990/A13:1996	Amendment to EN on outdoor units for satellite receivers
EN 55020 1994/A11:1996	Amendment to clauses 2 & 4 and subclauses 9.3.2.2 & 13.1.5 of EN
EN 55020 1994/A12:1999	Amendment to EN on digital signal processing in TV receivers and VCRs, broadcast receivers cards to be inserted in PC's, infrared devices, electrical fast transients, electrostatic discharge and radio frequency electromagnetic field
EN 55014-1 1993/A1:1997	Amendment to subclauses 5.2.2.1 and 7.3.1 of EN
EN 50083-2	Amendment to clauses 1 to 4 and subclauses 5.3 & 5.4 of EN

1995/A1:1997

EN 50270 1999	Electromagnetic compatibility - Electrical apparatus for the detection and measurement of combustible gases, toxic gases or oxygen
EN 50121-4 2000	Railway applications - Electromagnetic compatibility -- Part 4: Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus
EN 50091-2 1995/prA1	Uninterruptible power systems (UPS) -- Part 2: EMC requirements
EN 55014-2 1997	Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus -- Part 2: Immunity - Product family standard
EN 50130-4 1995/A1:1998	Amendment to scope of EN
EN 50121-1 2000	Railway applications - Electromagnetic compatibility -- Part 1: General
EN 50121-2 2000	Railway applications - Electromagnetic compatibility -- Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world
EN 50121-3-1 2000	Railway applications - Electromagnetic compatibility -- Part 3-1: Rolling stock - Train and complete vehicle
EN 50121-3-2 2000	Railway applications - Electromagnetic compatibility -- Part 3-2: Rolling stock - Apparatus
EN 50121-5 2000	Railway applications - Electromagnetic compatibility -- Part 5: Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus
EN 61000-6-1 2001	Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
EN 61000-3-2 1995/A1:1998	Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase)
EN 55011 1998	Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement
EN 50293 2000	Electromagnetic compatibility - Road traffic signal systems - Product standard
EN 61000-6-2 1999	Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
EN 61000-3-2 1995/A2:1998	Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase)
EN 50083-2 2001	Cable networks for television signals, sound signals and interactive services -- Part 2: Electromagnetic compatibility for equipment

EN 61543 1995/prA1:2002	Amendment to tables 1 to 5 (except T 2.3 of table 5)
EN 55020 1994/A14:1999	Amendment to subclause 6.1.1 and addition of subclauses 13.1.6 & 13.2.2
EN 55011 1998/A1:1999	Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement
EN 61204-3 2000	Low voltage power supplies, d.c. output -- Part 3: Electromagnetic compatibility (EMC)
EN 55014-1 1993/A2:1999	Amendment to subclauses 4.1.1.5, 4.1.2.4, 4.2.3.8, 7.3.7.2 and figure 6)
EN 61000-3-2 2000	Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase)
EN 55014-1 2000	Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus -- Part 1: Emission
EN 55014-2 1997/A1:2001	Amendment to the scope of EN - Add similar radiators
EN 50130-4 1995/prA2:2001	Harmonization of EN 50130-4 following new ETSI requirements about EMC
EN 61000-3-3 1995/A1:2001	Amendments to IEC 61000-3-3
EN 55014-1 2000/A1:2001	Addition of requirements for toys
EN 55014-2 1997/prA2	Addition of requirements for toys
EN 61000-3-2 1995/A14:2000	Common modification on EN
EN 61547 1995/A1:2000	Amendment to clause 5
EN 61000-3-11 2000	Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 3-11: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems - Equipment with rated current ≤ 75 A and subject to conditional connection
EN 61000-6-3 2001	Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
EN 61000-6-4 2001	Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments
EN 61543	Amendment to T 2.3 (surges) of table 5

1995/prAA	
EN 55014-1 2000/prAB:200X	Amendment to subclauses 5.2.3, 7.3.1.10 and 7.3.7.3.2 of EN
EN 61000-6-2 2001	Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
EN 55014-1 2000/prAA:2001	Amendment to subclause 7.4.2.2 of EN
EN 61000-3-2 2000/prA1:2001	Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase)
EN 61543 1995/prAB:2002	Amendment to tables 1 to 5 (except T 2.3 of table 5)
EN 55013 2001/prA1:2001	Sound and television broadcast receivers and associated equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement
EN 55011 1998/prAB:2002	The use of the artificial hand for hand-held equipment within the scope of CISPR 11
EN 55011 1998/prAA:2002	Amendment to table 1 of EN (in accordance with the recent change of ITU-R Radio Regulations)
EN 55011 1998/prAC:2002	Proposed revision of the measuring method for radiated fluctuating emissions below 1 GHz, related to magnetron driven appliances

6. NORMAS DA ETSI

ETSI TS 134 124 v3.1.0-2000-09	Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) - Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements for Mobile terminals and ancillary equipment (3GPP TS 34.124 version 3.1.0 Release 1999)
ETSI TS 134 123-2 v3.1.0-2000-09	Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) User Equipment (UE) Protocol/RF/EMC conformance specification - Part 2: Implementation Conformance Statement (ICS) proforma specification (3GPP TS 34.123-2 version 3.1.0 Release 1999)
ETSI TS 125 113 v3.3.0-2000-10	Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) - Base station Electromagnetic Compatibility (EMC) (3GPP TS 25.113 version 3.3.0 Release 1999)
ETSI SR 001 478-3 v1.1.1-1999-12	Report on the implications of the R&TTE Directive - Part 3: Existing EMC product standards
ETSI SR 001 478-2 v1.1.1-1999-12	Report on the implications of the R&TTE Directive - Part 2: Existing radio (not EMC) product standards
ETSI ETS 300 826 Edition 1-1997-11	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for 2,4 GHz wideband

	transmission systems and High Performance Radio Local Area Network (HIPERLAN) equipment
ETSI ETS 300 741 Edition 1-1998-01	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for wide-area paging equipment
ETSI ETS 300 717 Edition 1-1998-04	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) for analogue cellular radio communications equipment; - Mobile and portable equipment
ETSI ETS 300 684 Edition 1-1997-01	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for commercially available amateur radio equipment
ETSI ETS 300 683 Edition 1-1997-06	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for Short Range Devices (SRD) operating on frequencies between 9 kHz and 25 GHz
ETSI ETS 300 682 Edition 1-1997-06	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for On-Site Paging equipment
ETSI ETS 300 680-2 Edition 1-1997-03	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for Citizens Band (CB) radio and ancillary equipment (speech and/or non-speech); - Part 2: Double Side Band (DSB) and/or Single Side Band (SSB)
ETSI ETS 300 680-1 Edition 1-1997-03	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for Citizens Band (CB) radio and ancillary equipment (speech and/or non-speech); - Part 1: Angle-modulated
ETSI ETS 300 447 Edition 1-1997-03	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for VHF FM broadcasting transmitters
ETSI ETS 300 446 Edition 2-1997-03	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for second generation Cordless Telephone (CT2) apparatus operating in the frequency band 864,1 MHz to 868,1 MHz, including public access services
ETSI ETS 300 445/A1 Amendment 1 to Edition 1-1997	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for wireless microphones and similar Radio Frequency (RF) audio link equipment
ETSI ETS 300 445- Edition 1-1996-01	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for wireless microphones and similar Radio Frequency (RF) audio link equipment
ETSI ETS 300 386-1/C1 Corrigendum to Edition 1-199	Equipment Engineering (EE) - Telecommunication network equipment; - Electro-Magnetic Compatibility (EMC) requirements; - Part 1: Product family overview, compliance criteria and test levels
ETSI ETS 300 386-1 Edition 1-1994-12	Equipment Engineering (EE) - Telecommunication network equipment; - Electro-Magnetic Compatibility (EMC) requirements; - Part 1: Product family overview, compliance criteria and test levels
ETSI ETS 300 342-3 Edition 1-1999-10	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) for European digital cellular telecommunications system (GSM 900 MHz and DCS 1 800 MHz); - Part 3: Base station radio and ancillary equi (TITLE TRUNCATED)
ETSI ETS 300 342-2	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility

Edition 1-1994-11	(EMC) for European digital cellular telecommunications system (GSM 900 MHz and DCS 1 800 MHz); - Part 2: Base station radio and ancillary equipment
ETSI ETS 300 342-1 Edition 2-1997-06	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) for European digital cellular telecommunications system (GSM 900 MHz and DCS 1 800 MHz); - Part 1: Mobile and portable radio and ancillary equipment
ETSI ETS 300 340/A1 Amendment 1 to Edition 1-1997	- Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) for European Radio Message System (ERMES) paging receivers
ETSI ETS 300 340 Edition 1-1994-11	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) for European Radio Message System (ERMES) paging receivers
ETSI ETS 300 329 Edition 2-1997-06	Radio Equipment and Systems (RES) - Electromagnetic Compatibility (EMC) for Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT) equipment
ETSI ES 201 468 v1.1.1-2000-03	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Additional Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements for telecommunications equipment for enhanced availability of service in specific applications
ETSI EN 301 489-9 v1.1.1-2000-09	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 9: Specific conditions for wireless microphones and similar Radio Frequency (RF) audio link equipment
ETSI EN 301 489-8 v1.1.1-2000-09	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 8: Specific conditions for GSM base stations
ETSI EN 301 489-7 v1.1.1-2000-09	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 7: Specific conditions for mobile and portable radio and ancillary equipment of digital (TITLE TRUNCATED)
ETSI EN 301 489-6 v1.1.1-2000-09	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 6: Specific conditions for Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT) equipment
ETSI EN 301 489-5 v1.2.1-2000-08	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 5: Specific conditions for Private land Mobile Radio (PMR) and ancillary equipment (sp (TITLE TRUNCATED)
ETSI EN 301 489-4 v1.2.1-2000-08	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services - Part 4: Specific conditions for fixed radio links and ancillary equipment and services
ETSI EN 301 489-3 v1.2.1-2000-08	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 3: Specific conditions for Short-Range Devices (SRD) operating on frequencies between 9 kHz and 40 GHz
ETSI EN 301 489-2 v1.2.1-2000-08	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and

	services; - Part 2: Specific conditions for radio paging equipment
ETSI EN 301 489-18 v1.1.1-2000-09	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 18: Specific conditions for Terrestrial Trunked Radio (TETRA) equipment
ETSI EN 301 489-17 v1.1.1-2000-09	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 17: Specific conditions for Wideband data and HIPERLAN equipment
ETSI EN 301 489-16 v1.1.1-2000-09	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 16: Specific conditions for analogue cellular radio communications equipment, mobile and portable
ETSI EN 301 489-15 v1.1.1-2000-09	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 15: Specific conditions for commercially available amateur radio equipment
ETSI EN 301 489-13 v1.1.1-2000-09	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 13: Specific conditions for Citizens' Band (CB) radio and ancillary equipment (speech and non-speech)
ETSI EN 301 489-10 v1.1.1-2000-09	Electromagnetic Compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 10: Specific conditions for First (CT1 and CT1+) and Second Generation Cordless Teleph (TITLE TRUNCATED)
ETSI EN 301 489-1 v1.2.1-2000-08	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; - Part 1: Common technical requirements
ETSI EN 301 090 v1.1.1-1998-09	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for maritime radiotelephone watch receivers operating on 2 182 kHz
ETSI EN 301 011 v1.1.1-1998-09	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for Narrow-Band Direct-Printing (NBDP) NAVTEX receivers operating in the maritime mobile service
ETSI EN 300 832 v1.1.1-1998-03	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) for Mobile Earth Stations (MES) providing Low Bit Rate Data Communications (LBRDC) using satellites in Low Earth Orbits (LEO) operating (TITLE TRUNCATED)
ETSI EN 300 831 v1.2.1-1999-10	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) for Mobile Earth Stations (MES) used within Satellite Personal Communications Networks (S-PCN) operating in the 1,5/1,6/2,4 GHz and 2 GHz frequency bands
ETSI EN 300 830 v1.1.1-1998-03	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) for Receive Only Mobile Earth Stations (ROMES) operating in the 1,5 GHz band providing data communications

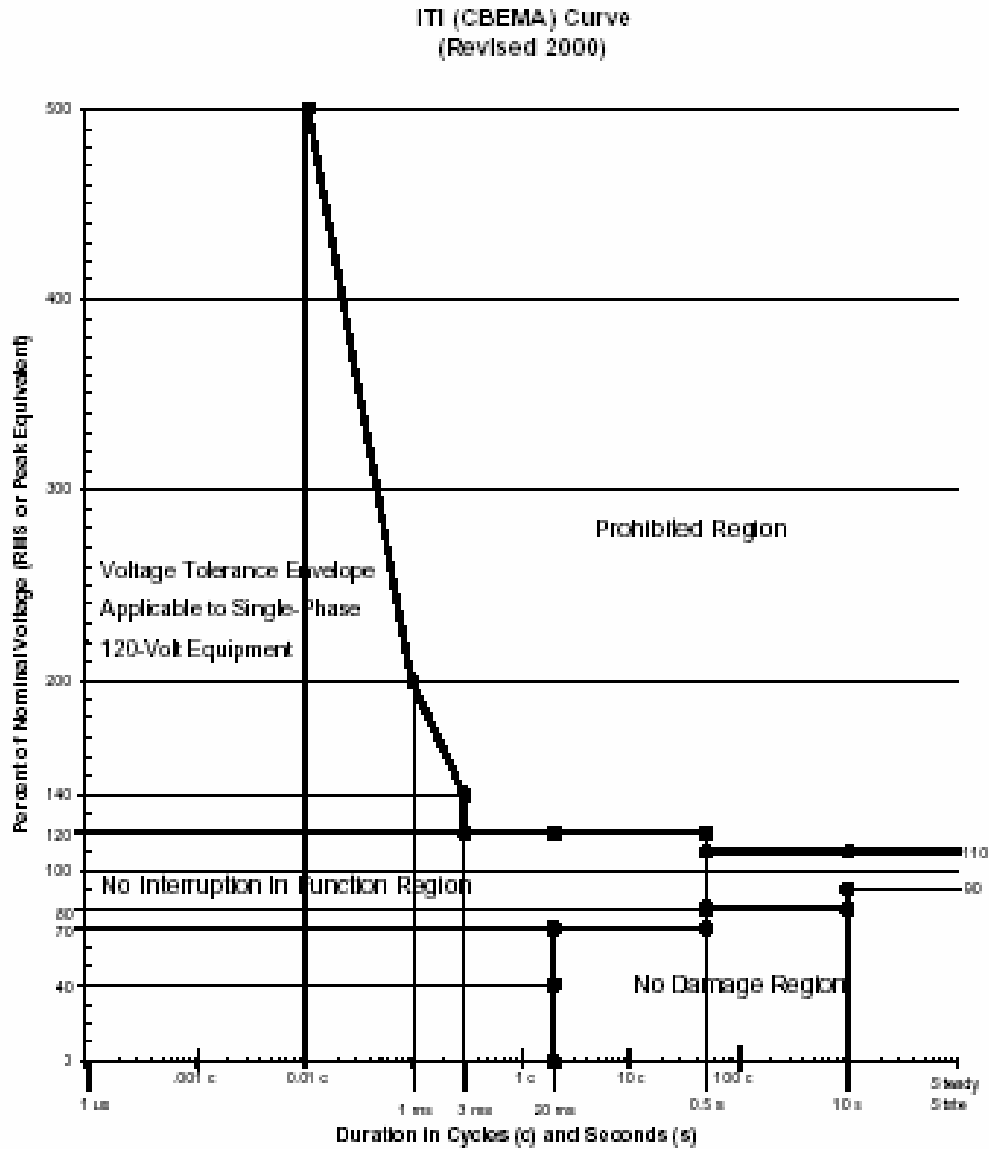
ETSI EN 300 829 v1.1.1-1998-03	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) for Maritime Mobile Earth Stations (MMES) operating in the 1,5/1,6 GHz bands providing Low Bit Rate Data Communications (LBRDC) for the (TITLE TRUNCATED)
ETSI EN 300 828 v1.1.1-1998-03	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) for radiotelephone transmitters and receivers for the maritime mobile service operating in the VHF bands
ETSI EN 300 827 v1.1.1-1998-03	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for Terrestrial Trunked Radio (TETRA) and ancillary equipment
ETSI EN 300 673 v1.2.1-2000-03	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for Very Small Aperture Terminal (VSAT), Satellite News Gathering (SNG), Satellite Interactive Terminals (SIT) and Satellite Us (TITLE TRUNCATED)
ETSI EN 300 386-1.2.1-2000-03	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Telecommunication network equipment; - Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements
ETSI EN 300 386-2 v1.1.3-1997-12	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Telecommunication network equipment; - Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements; - Part 2: Product family standard
ETSI EN 300 385 v1.2.1-1999-10	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for fixed radio links and ancillary equipment
ETSI EN 300 339 v1.1.1-1998-06	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - General Electromagnetic Compatibility (EMC) for radio communications equipment
ETSI EN 300 279 v1.2.1-1999-02	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) - Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for Private land Mobile Radio (PMR) and ancillary equipment (speech and/or non-speech)
ETSI EG 201 784 v1.1.1-2000-07	Electromagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM) - Guidance on the incorporation of Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements for radio equipment into ETSI standards intended to be referenced under Council Directive (TITLE TRUNCATED)

7. NORMAS ACA

AS/NZS 3548	Information technology equipment (CISPR 22/EN 55022)
AS/NZS 2064	Industrial, scientific and medical equipment (CISPR 11/EN 55011)
AS/NZS 2557	Spark ignition equipment (CISPR 12)
AS/NZS 1053	TV, radio receivers (CISPR 13/EN 55013)
AS/NZS 1044	Domestic and household appliance (CISPR 14/EN 55014)
AS/NZS 4051	Luminaries and lighting equipment (CISPR 15/EN 55015)

AS/NZS 1052	Measurement methods and apparatus (CISPR 16/EN 55016)
AS/NZS 4251	Generic emission standard light industry (IEC 6100-6-3)
AS/NZS 3052	Arc welding equipment (emission only) (EN 50199)

ANEXO 3 – CURVA ITIC (CBEMA)



Fonte: Information Technology Industry Council – ITIC (www.itic.org)

ANEXO 4 - LEGISLAÇÃO SOBRE QUALIDADE DE ENERGIA – RESOLUÇÃO ANEEL 505/2001

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL

RESOLUÇÃO NO 505, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2001

Estabelece, de forma atualizada e consolidada, as disposições relativas à conformidade dos níveis de tensão de energia elétrica em regime permanente.

O DIRETOR-GERAL DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com deliberação da Diretoria, tendo em vista o disposto no art. 47 do Decreto no 41.019, de 26 de fevereiro de 1957, com a redação dada pelo Decreto no 97.280, de 16 de dezembro de 1988, no art. 6o da Lei no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, nos §§ 1o e 2o do art. 25 da Lei no 9.074, de 7 de julho de 1995, no art. 2o da Lei no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, nos incisos IV, XIV e XVI do art. 4o, Anexo I, do Decreto no 2.335, de 6 de outubro de 1997, o que consta do Processo no 48500.002251/00-14, e considerando que:

é imprescindível para a conceituação de serviço adequado o estabelecimento dos níveis de tensão de energia elétrica, bem como a definição dos limites de variação das tensões a serem observadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica;

existe a necessidade de rever, atualizar e consolidar as disposições referentes à conformidade dos níveis de tensão de energia elétrica definidas na Portaria DNAEE no 047, de 17 de abril de 1978;

compete à ANEEL regular os serviços de energia elétrica, expedindo os atos necessários ao cumprimento das normas estabelecidas pela legislação em vigor, estimulando a melhoria do serviço prestado e zelando, direta e indiretamente, pela sua boa qualidade, observando, no que couber, o disposto na legislação vigente de proteção e defesa do consumidor; e

em função da Audiência Pública no 004, realizada em 29 de agosto de 2001, foram recebidas sugestões de consumidores, de associações representativas dos distribuidores de energia elétrica, das concessionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica, de fabricantes de equipamentos de medição, do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e de órgãos de defesa dos consumidores, os quais contribuíram para o aperfeiçoamento deste ato regulamentar, resolve:

Art. 1o Estabelecer, na forma que se segue, as disposições atualizadas e consolidadas relativas à conformidade dos níveis de tensão de energia elétrica em regime permanente, a serem observadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica.

DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para os fins e efeitos desta Resolução são adotadas as seguintes definições mais usuais:

I - Amostra: unidades consumidoras selecionadas periodicamente pela ANEEL, obedecendo critério estatístico aleatório, que serão objeto de medição para fins de avaliação da conformidade dos níveis de tensão praticados pela concessionária ou permissionária;

II - Concessionária ou Permissionária: agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica, referenciado, doravante, apenas pelo termo concessionária;

III - Consumidor: pessoa física ou jurídica, ou comunhão de fato ou de direito, legalmente representada, que solicitar à concessionária o fornecimento de energia elétrica e assumir a responsabilidade pelo pagamento das faturas e pelas demais obrigações fixadas nas normas e regulamentos da ANEEL, assim vinculando-se aos contratos de fornecimento, de uso e de conexão ou de adesão, conforme cada caso;

IV - Duração Relativa da Transgressão Máxima de Tensão Precária (DRPM): percentual máximo de tempo admissível para as leituras de tensão, nas faixas de tensão precárias, no período de observação definido;

V - Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária (DRP): indicador individual referente à duração relativa das leituras de tensão, nas faixas de tensão precárias, no período de observação definido, expresso em percentual;

VI - Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica (DRC): indicador individual referente à duração relativa das leituras de tensão, nas faixas de tensão críticas, no período de observação definido, expresso em percentual;

VII - Índice de Unidades Consumidoras com Tensão Crítica (ICC): percentual da amostra com transgressão de tensão crítica;

VIII - Leitura Válida: valor de tensão obtido de leitura sem ocorrência de interrupção de energia elétrica no período de observação;

IX - Período de Observação: período de tempo, expresso em horas, a ser utilizado para medição de tensão;

X - Ponto de Conexão: conjunto de equipamentos e materiais que se destinam a estabelecer a conexão elétrica entre dois sistemas;

XI - Ponto de Entrega: ponto de conexão do sistema elétrico da concessionária com as instalações elétricas da unidade consumidora, caracterizando-se como o limite de responsabilidade do atendimento;

XII - Rede Básica: instalações de transmissão pertencentes ao Sistema Elétrico Interligado, identificadas segundo Resolução específica da ANEEL;

XIII - Regime Permanente: intervalo de tempo da leitura de tensão, onde não ocorrem distúrbios elétricos capazes de invalidar a leitura, definido como sendo de 10 (dez) minutos;

XIV - Tensão de Atendimento (TA): valor eficaz de tensão no ponto de entrega ou de conexão, obtido por meio de medição, podendo ser classificada em adequada, precária ou crítica, de acordo com a leitura efetuada, expresso em volts ou quilovolts;

XV - Tensão Contratada (TC): valor eficaz de tensão estabelecido em contrato, expresso em volts ou quilovolts;

XVI - Tensão de Leitura (TL): valor eficaz de tensão, integralizado a cada 10 (dez) minutos, obtido de medição por meio de equipamentos apropriados, expresso em volts ou quilovolts;

XVII - Tensão Não Padronizada (TNP): valor de tensão nominal, expresso em volts ou quilovolts, não referenciado no art. 47 do Decreto no 41.019, de 1957, com a redação dada pelo Decreto no 97.280, de 1988;

XVIII - Tensão Nominal (TN): valor eficaz de tensão pelo qual o sistema é designado, expresso em volts ou quilovolts;

XIX - Unidade Consumidora: conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor;

XX - Unidade Consumidora atendida em Baixa Tensão: unidade consumidora atendida com tensão nominal igual ou inferior a 1 kV;

XXI - Unidade Consumidora atendida em Média Tensão: unidade consumidora atendida em tensão nominal maior que 1 kV e menor que 69 kV;

XXII - Unidade Consumidora atendida em Alta Tensão: unidade consumidora atendida em tensão nominal igual ou superior a 69 kV.

XXIII - Valor Líquido da Fatura: valor em moeda corrente resultante da aplicação das respectivas tarifas de fornecimento, sem incidência de impostos, sobre as componentes de consumo de energia elétrica ativa, de demanda de potência ativa, de uso do sistema, de consumo de energia elétrica e demanda de potência reativas excedentes; e

XXIV - Valor Normativo (VN): valor que limita o repasse para as tarifas de fornecimento dos preços livremente negociados na aquisição de energia elétrica, por parte das concessionárias e permissionárias, estabelecido segundo Resolução específica da ANEEL.

Art. 3o A conformidade dos níveis de tensão deve ser avaliada, nos pontos de conexão à Rede Básica, nos pontos de conexão entre concessionárias e nos pontos de entrega de energia às unidades consumidoras, por meio dos indicadores estabelecidos nesta Resolução.

DA CLASSIFICAÇÃO DA TENSÃO DE ATENDIMENTO

Art. 4o A tensão de atendimento será classificada de acordo com as faixas de variação da tensão de leitura, conforme tabela abaixo:

Classificação da Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de variação da Tensão de Leitura (TL) em relação à Tensão Contratada (TC)
---	---

Adequada	$0,95 TC \leq TL \leq 1,05 TC$
Precária	$0,93 TC \leq TL < 0,95 TC$
Crítica	$TL < 0,93 TC$ ou $TL > 1,05 TC$

Parágrafo único. A partir de janeiro de 2005, a tensão a ser contratada pela concessionária junto ao ONS ou entre concessionárias deve ser a tensão nominal do sistema no ponto de conexão.

Art. 5o Para unidades consumidoras atendidas em tensão superior a 1 kV, a tensão contratada com a concessionária ou ONS, no ponto de entrega ou de conexão, deve situar-se entre 95% (noventa e cinco por cento) e 105% (cento e cinco por cento) da tensão nominal do sistema elétrico.

Parágrafo único. As tensões de atendimento nas unidades consumidoras, referidas no “caput” deste artigo, devem ser classificadas de acordo com as faixas de variação da tensão de leitura, conforme tabelas 1 e 2 constantes do Anexo desta Resolução.

Art. 6o Para unidades consumidoras atendidas em tensão igual ou inferior a 1 kV, as Tensões de Atendimento devem ser classificadas de acordo com as faixas de variação da tensão de leitura, conforme tabela 3 constante do Anexo desta Resolução.

DOS INDICADORES INDIVIDUAIS

Art. 7o A concessionária deverá apurar, quando de medições solicitadas ou medições amostrais, os seguintes indicadores individuais:

I- Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária (DRP), utilizando a seguinte fórmula:

$$DRC = \frac{nlp}{1.008} \times 100 [\%]$$

II- Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica (DRC), utilizando a seguinte fórmula:

$$DRC = \frac{nlc}{1.008} \times 100 [\%]$$

onde:

nlp = número de leituras situadas nas faixas precárias;

nlc = número de leituras situadas nas faixas críticas; e

1.008 = número de leituras válidas a cada 10 (dez) minutos no período de observação.

DOS CRITÉRIOS DE MEDIÇÕES SOLICITADAS

Art. 8o Quando o consumidor solicitar a medição do nível de tensão, a concessionária deverá instalar equipamento de medição no ponto de entrega de energia elétrica da unidade consumidora e prestar ao mesmo as seguintes informações:

I- com antecedência de 48 (quarenta e oito) horas, quanto ao direito do mesmo acompanhar a medição;

II- qual o valor a ser cobrado pelo serviço, conforme regulamento específico; e

III- o resultado da medição, por escrito, no prazo de 30 (trinta) dias a partir da solicitação.

§ 1o As tensões de leitura serão obtidas utilizando equipamentos de medição que atendam os requisitos mínimos e critérios estabelecidos nos arts. 14 e 15 desta Resolução e com período de observação de 168 (cento e sessenta e oito) horas.

§ 2o A medição de tensão deve corresponder ao tipo de ligação da unidade consumidora - monofásica, bifásica ou trifásica -, abrangendo medições entre todas as fases e o neutro, ou entre todas as fases quando o neutro não for disponível.

DO REGISTRO DOS DADOS DE MEDIÇÕES SOLICITADAS

Art. 9o A concessionária deverá manter registro em sistema informatizado, contendo obrigatoriamente os seguintes dados:

I- número de protocolo;

II- data da solicitação da medição;

III- data do aviso ao solicitante sobre a realização da medição de tensão;

IV- período da medição;

V- valores máximo e mínimo das tensões de leitura; e

VI- histograma de tensão e tabela de medição, em por unidade da tensão nominal, com o intervalo de 0,8 p.u. a 1,20 p.u. inclusive e com uma discretização mínima de 40 (quarenta) intervalos.

§1o Deverão ser registrados também, caso existam, os seguintes dados:

I- valores apurados de DRP e DRC;

II- valor do serviço pago pelo consumidor;

III- providências para a normalização e data de conclusão;

IV- período da nova medição;

V- data de comunicação ao consumidor do resultado da apuração e dos prazos de normalização; e

VI- valor da restituição e mês de pagamento.

§ 2o Os dados deverão estar disponibilizados, em meio magnético ou ótico, por período mínimo de 5 (cinco) anos, para fins de fiscalização da ANEEL e consulta dos consumidores.

DO INDICADOR COLETIVO

Art. 10. Com base nas medições amostrais efetuadas em um determinado mês, será calculado, mensalmente, o Índice de Unidades Consumidoras com Tensão Crítica (ICC), utilizando a seguinte fórmula:

$$ICC = \frac{CC}{CA} \times 100 [\%]$$

onde:

CC = total de unidades consumidoras com leituras situadas na faixa crítica; e

CA = total mensal de unidades consumidoras objeto de medição.

Parágrafo único. A dimensão da amostra, para enquadramento da concessionária, deve ser de acordo com a tabela constante do art. 11 desta Resolução.

DOS CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO AMOSTRAL

Art. 11. A partir de 2002, a concessionária deverá enviar anualmente à ANEEL, até 31 de julho, as informações, a seguir indicadas, relativas ao cadastro de todas as unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 69 kV:

I- número ou código de referência da unidade consumidora;

II- unidade federativa a qual pertence a unidade consumidora;

III- nome do conjunto ao qual pertence a unidade consumidora, conforme Resolução ANEEL no 024/2000, ou outra que a substitua; e

IV- classe e subclasse da unidade consumidora, conforme Resolução ANEEL no 456/2000, ou outra que a substitua.

§ 1o Com base no cadastro a que se refere o “caput” deste artigo, a ANEEL definirá, por meio de critério estatístico aleatório, as unidades consumidoras da amostra para fins de medição.

§ 2o A relação das unidades consumidoras da amostra definida será enviada em quantitativos trimestrais às concessionárias, com antecedência mínima de 60 (sessenta) dias em relação à data de início das medições, acrescida de uma margem de segurança para contornar eventuais problemas de cadastro ou de impossibilidade de medição.

§ 3o Fica a critério da concessionária definir, com base no quantitativo trimestral, o número de unidades consumidoras a serem medidas em um determinado mês.

§ 4o As medições em cada trimestre abrangerão, no mínimo, a dimensão da amostra definida na tabela seguinte:

Tabela da Dimensão da Amostra Trimestral

Número total de unidades consumidoras da concessionária (N)	Dimensão da amostra (Unidades consumidoras)	Dimensão da amostra com a margem de segurança (Unidades consumidoras)
$N \leq 30.000$	36	42
$30.001 \leq N \leq 100.000$	60	66
$100.001 \leq N \leq 300.000$	84	93
$300.001 \leq N \leq 600.000$	120	132
$600.001 \leq N \leq 1.200.000$	156	172
$1.200.001 \leq N \leq 2.000.000$	210	231
$2.000.001 \leq N \leq 3.000.000$	270	297

Número total de unidades consumidoras da concessionária (N)	Dimensão da amostra (Unidades consumidoras)	Dimensão da amostra com a margem de segurança (Unidades consumidoras)
$N \geq 3.000.001$	300	330

§ 5o As medições poderão ser realizadas entre uma fase e o neutro, ou entre duas fases quando o neutro não for disponível.

§ 6o As tensões de leitura serão obtidas utilizando equipamentos de medição de acordo com os requisitos mínimos e critérios estabelecidos nos arts. 14, 15 e 23 desta Resolução.

§ 7o O equipamento de medição de tensão poderá ser instalado no ponto de derivação da rede da concessionária com o ramal de ligação do consumidor.

DO REGISTRO DOS DADOS DE MEDIÇÕES AMOSTRAIS

Art. 12. A concessionária deverá manter registro em sistema informatizado, contendo obrigatoriamente os seguintes dados:

I- identificação da unidade consumidora ou do ponto de conexão medido;

II- período de observação utilizado (ano, mês, dia, hora e minuto inicial e final);

III- valores apurados de DRP e DRC;

IV- valores máximo e mínimo das tensões de leitura;

V- histograma de tensão e tabela de medição, em por unidade da tensão nominal, com o intervalo de 0,8 p.u a 1,20 p.u. inclusive e com uma discretização mínima de 40 (quarenta) intervalos; e

VI- coordenadas geográficas da unidade consumidora.

§ 1o Deverão ser registrados também, caso existam, os seguintes dados:

I- valor do serviço pago pelo consumidor;

II- providências para a normalização e data de conclusão;

III- período da nova medição;

IV- data de comunicação ao consumidor do resultado da apuração e dos prazos de normalização; e

V- valor da restituição e mês de pagamento.

§ 2o Os dados deverão estar disponibilizados, em meio magnético ou ótico, por período mínimo de 5 (cinco) anos, para fins de fiscalização da ANEEL e consulta dos consumidores.

DO ENVIO DOS INDICADORES OBTIDOS DA MEDIÇÃO AMOSTRAL

Art. 13. A partir de 2003, a concessionária deverá enviar à ANEEL, até o último dia útil do mês subsequente às medições efetuadas em um determinado mês, os indicadores individuais (DRP e DRC).

§ 1o Os indicadores devem ser apurados por meio de procedimentos auditáveis que contemplem desde a medição da tensão até a transformação dos respectivos dados em indicadores.

§ 2o O indicador coletivo (ICC) será calculado pela ANEEL quando do envio dos indicadores individuais pela concessionária.

§ 3o Os indicadores individuais (DRP e DRC) deverão ser identificados por unidade consumidora e vinculados às respectivas coordenadas geográficas.

DOS REQUISITOS DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

Art. 14. As medições de tensão solicitadas ou amostrais devem ser realizadas utilizando-se equipamentos com as características mínimas a seguir:

- I- taxa de amostragem de 16 amostras por ciclo de 60 Hz;
- II- conversor A/D (Analogico/Digital) do sinal de tensão de 12 bits; e
- III- precisão de até 0,5% da leitura.

Parágrafo único. A partir de 2005, as medições amostrais deverão utilizar equipamentos de medição com taxa de amostragem mínima de 64 amostras por ciclo de 60 Hz.

Art. 15. O equipamento de medição deverá permitir o cálculo dos valores eficazes de tensão utilizando intervalos de medição de 10 (dez) minutos, com janelas fixas e consecutivas de 12 a 15 ciclos de 60 Hz, e apresentar as seguintes informações:

- I- valores calculados dos indicadores individuais;
- II- tabela de medição; e
- III- histograma de tensão.

Parágrafo único. O equipamento deverá expurgar os registros de leituras de tensão quando houver interrupção de energia elétrica.

DOS PRAZOS PARA REGULARIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE TENSÃO

Art. 16. Quando dos registros obtidos de medições de tensão solicitadas e/ou amostrais for constatado que o valor do indicador DRP supera o valor de DRPM, este definido conforme art. 24 desta Resolução, a concessionária deverá adotar providências para o retorno da tensão à condição adequada, a partir da data de término das leituras, obedecendo os seguintes prazos:

I- 180 (cento e oitenta) dias até 31 de dezembro de 2002;

II- 120 (cento e vinte) dias a partir de janeiro de 2003;

III- 90 (noventa) dias a partir de janeiro de 2004; e

IV- 60 (sessenta) dias a partir de janeiro de 2005.

Art. 17. Quando dos registros obtidos de medições de tensão solicitadas e/ou amostrais for constatada a existência de DRC superior a 0 (zero), a concessionária deverá adotar providências para o retorno da tensão à condição adequada, a partir da data de término das leituras, obedecendo os seguintes prazos:

I- 60 (sessenta) dias até 31 de dezembro de 2002;

II- 45 (quarenta e cinco) dias a partir de janeiro de 2003;

III- 30 (trinta) dias a partir de janeiro de 2004; e

IV- 15 (quinze) dias a partir de janeiro de 2005.

Art. 18. As situações com impossibilidade técnica de solução nos prazos estabelecidos nos arts. 16 e 17 desta Resolução deverão ser relatadas formalmente à ANEEL até dezembro de 2002, com a indicação das providências necessárias e dos prazos de implementação.

Art. 19. A regularização do nível de tensão deverá ser comprovada por nova medição, obedecendo o mesmo período de observação, e o resultado final comunicado, por escrito, ao consumidor que solicitou a medição, bem como aos demais abrangidos pela amostra.

§ 1º A nova medição deverá ter seu início, no máximo, no dia seguinte ao vencimento dos prazos estabelecidos nos arts. 16 e 17 desta Resolução.

§ 2º Será considerada como data efetiva da regularização do nível de tensão aquela correspondente ao término da nova medição e com valores de DRP e DRC dentro dos critérios.

DA RESTITUIÇÃO DE VALOR PELO SERVIÇO INADEQUADO

Art. 20. A partir de 1º de janeiro de 2005, expirados os prazos estabelecidos nos arts. 16, 17 e 18 desta Resolução e detectada a não regularização dos níveis de tensão, será calculado um valor a ser restituído a quem tiver sido submetido ao serviço inadequado, de acordo com a fórmula a seguir:

$$Valor = \left(\frac{DRP - DRPM}{100} \times k_1 + \frac{DRC}{100} \times k_2 \right) \times k_3$$

onde:

$k_1 = 1$;

$k_2 = 4$, para unidades consumidoras atendidas em Baixa Tensão;

$k_2 = 2$, para unidades consumidoras atendidas em Média Tensão;

$k_2 = 1$, para unidades consumidoras atendidas em Alta Tensão;

DRP = valor do DRP expresso em %;

DRPM = valor do DRPM expresso em %;

DRC = valor do DRC expresso em %; e

k_3 = coeficiente de majoração.

§ 1o A restituição devida ao consumidor, conforme critério estabelecido no “*caput*” deste artigo, não isenta a concessionária de responder por outras perdas e danos causados pelo serviço inadequado de energia elétrica.

§ 2o Os critérios de restituição definidos no “*caput*” deste artigo se aplicam aos agentes conectados à Rede Básica e aos suprimentos entre concessionárias.

§ 3o No caso de restituição a consumidor cativo, o coeficiente de majoração “ k_3 ” da fórmula constante do “*caput*” deste artigo, deve corresponder à média aritmética do valor líquido das faturas mensais de energia referentes aos 3 (três) meses anteriores à apuração.

§ 4o No caso de restituição a consumidor livre, autoprodutores, produtores independentes e concessionárias de serviços públicos de geração, o fator de majoração “ k_3 ” deve corresponder à média aritmética dos 3 (três) últimos meses do montante de energia disponibilizado no ponto de conexão, multiplicado pelo valor normativo (VN) relativo à fonte competitiva.

§ 5o No caso de restituição à concessionária de serviços públicos de distribuição, o fator de majoração “ k_3 ” será determinado pela soma da média aritmética das parcelas a seguir discriminadas:

I- valor líquido das faturas mensais de energia, referentes aos 3 (três) meses anteriores à apuração, vinculadas aos contratos iniciais; e

II- montante de energia, referente aos 3 (três) meses anteriores à apuração, multiplicado pelo valor normativo (VN) correspondente à fonte competitiva, vinculado aos contratos de energia adquirida livremente.

§ 6o O valor da restituição a consumidor cativo deverá ser creditado na fatura de energia elétrica, ou na de uso do sistema de distribuição, do mês subsequente à constatação do serviço inadequado.

§ 7o Para os demais casos, o meio a ser utilizado para o crédito do valor deverá ser estabelecido entre as partes.

§ 8o Quando as medições de tensão forem obtidas de ligações trifásicas ou bifásicas considerar-se-á, para efeito de transgressão dos indicadores, a fase que apresentar, na ordem a seguir, os seguintes registros:

I- DRC, ou maior valor de DRC; ou

II- DRP, ou maior valor de DRP.

§ 9o A restituição deverá ser mantida enquanto o indicador DRP for superior à DRPM ou o indicador DRC for superior a 0 (zero).

§ 10. A critério da concessionária, no caso de inadimplência do consumidor, o valor da restituição poderá ser utilizado na compensação de débitos vencidos.

§ 11. Quando da respectiva revisão periódica tarifária, a ANEEL poderá estabelecer valores de k_1 e k_2 diferenciados por concessionária, levando em consideração o desempenho da empresa no cumprimento das conformidades de que trata esta Resolução.

DAS INFORMAÇÕES NA FATURA

Art. 21. A partir de 1o de julho de 2002, a concessionária deverá informar, na fatura de energia elétrica de todas as unidades consumidoras, o valor da tensão nominal disponibilizada no ponto de entrega e os limites adequados, expressos em volts (V) ou quilovolts (kV).

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 22. Os indicadores de níveis de tensão, de caráter coletivo, estabelecidos em contrato de concessão permanecem em vigor até dezembro de 2002.

Art. 23. Até dezembro de 2004, as medições de tensão poderão ser realizadas por meio de equipamentos digitais com requisitos diferentes dos estabelecidos nesta Resolução, ou, quando for o caso, obedecendo os requisitos definidos em contrato de concessão, e as medições amostrais efetuadas considerando um período de observação de 72 (setenta e duas) horas, implicando em 432 leituras válidas.

Art. 24. O valor da DRPM até o ano de 2003 fica estabelecido em 7% (sete por cento), sendo o mesmo reduzido de um valor absoluto de 1% (um por cento) a cada ano, no período de 2004 a 2007, quando passará a ter o valor fixo de 3% (três por cento).

Art. 25. Revogam-se as Portarias DNAEE no 047, de 17 de abril de 1978, no 4, de 10 de janeiro de 1989, no 091, de 8 de setembro de 1990, e demais disposições em contrário.

Art. 26. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ MÁRIO MIRANDA ABDO

Publicado no D.O. de 27.11.2001, Seção 1, p. 16, v. 138, n. 226.

ANEXO À RESOLUÇÃO Nº 505, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2001

(Tabela 1) Tensão Nominal igual ou superior a 230 kV

Classificação da Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de variação da Tensão de Leitura (TL) em relação à Tensão Contratada (TC)
Adequada	$0,98 TC \leq TL \leq 1,03 TC$
Precária	$0,95 TC \leq TL < 0,98 TC$ ou $1,03 TC < TL \leq 1,05 TC$
Crítica	$TL < 0,95 TC$ ou $TL > 1,05 TC$

(Tabela 2) Tensão Nominal superior a 1 kV e inferior a 230 kV

Classificação da Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de variação da Tensão de Leitura (TL) em relação à Tensão Contratada (TC)
Adequada	$0,95 TC \leq TL \leq 1,03 TC$
Precária	$0,90 TC \leq TL < 0,95 TC$ ou $1,03 TC < TL \leq 1,05 TC$
Crítica	$TL < 0,90 TC$ ou $TL > 1,05 TC$

(Tabela 3) Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV

TENSÕES NOMINAIS PADRONIZADAS				
Tensão Nominal (TN)		Faixa de Valores Adequados das Tensões de Leitura (TL) em relação à TN	Faixa de Valores Precários das Tensões de Leitura (TL) em relação à TN	Faixa de Valores Críticos das Tensões de Leitura (TL) em relação à TN
Ligação	Volts	$0,91 TN \leq TL \leq 1,04 TN$	$0,86 TN \leq TL < 0,91 TN$ ou $1,04 TN < TL \leq 1,06 TN$	$TL < 0,86 TN$ ou $TL > 1,06 TN$
Trifásica	220 / 127			
	380 / 220			
Monofásica	254 / 127			
	440 / 220			

TENSÕES NÃO PADRONIZADAS				
Tensão em Extinção(TE)		Faixa de Valores Adequados das Tensões de Leitura (TL) em relação à TN	Faixa de Valores Precários das Tensões de Leitura (TL) em relação à TN	Faixa de Valores Críticos das Tensões de Leitura (TL) em relação à TN
Ligação	Volts	$0,94 TN \leq TL \leq 1,10 TN$	$0,91 TN \leq TL < 0,94 TN$ ou $1,10 TN < TL \leq 1,12 TN$	$TL < 0,91 TN$ ou $TL > 1,12 TN$
Trifásica 4 Fios	208/120			

TENSÕES NÃO PADRONIZADAS				
Tensão em Extinção(TE)		Faixa de Valores Adequados das Tensões de Leitura (TL) em relação à TN	Faixa de Valores Precários das Tensões de Leitura (TL) em relação à TN	Faixa de Valores Críticos das Tensões de Leitura (TL) em relação à TN
Monofásica	230/115	$0,92 \text{ TN} \leq \text{TL} \leq 1,05 \text{ TN}$	$0,90 \text{ TN} \leq \text{TL} < 0,92 \text{ TN}$ ou $1,05 \text{ TN} < \text{TL} \leq 1,10 \text{ TN}$	$\text{TL} < 0,90 \text{ TN}$ ou $\text{TL} > 1,10 \text{ TN}$
	240/120	$0,90 \text{ TN} \delta \text{ TL} \delta 1,04 \text{ TN}$	$0,86 \text{ TN} \delta \text{ TL} < 0,90 \text{ TN}$ ou $1,04 \text{ TN} < \text{TL} \delta 1,06 \text{ TN}$	$\text{TL} < 0,86 \text{ TN}$ ou $\text{TL} > 1,06 \text{ TN}$

ANEXO 5 - LEGISLAÇÃO SOBRE QUALIDADE DE ENERGIA – RESOLUÇÃO ANEEL 024/2000

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL
RESOLUÇÃO No 24, DE 27 DE JANEIRO DE 2000.

Estabelece as disposições relativas à
continuidade da distribuição de energia
elétrica às unidades consumidoras

O DIRETOR-GERAL DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com deliberação da Diretoria e tendo em vista o disposto no art. 6o da Lei no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, no art.25 da Lei no 9.074, de 7 de julho de 1995, no art. 2o da Lei no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, no inciso III do art. 4o do Decreto no 2.335, de 6 de outubro de 1997, e considerando que:

existe a necessidade de rever, atualizar e consolidar as disposições referentes à continuidade da distribuição de energia elétrica definidas na Portaria DNAEE no 046/78, de 17 de abril de 1978;

compete à ANEEL regular os serviços de energia elétrica, expedindo os atos necessários ao cumprimento das normas estabelecidas pela legislação em vigor;

compete à ANEEL estimular a melhoria do serviço prestado e zelar, direta ou indiretamente, pela sua boa qualidade, observado, no que couber, o disposto na legislação vigente de proteção e defesa do consumidor; e

foram recebidas sugestões dos consumidores, de associações representativas dos distribuidores de energia elétrica, das concessionárias de serviço público de energia elétrica, bem como sugestões encaminhadas em função da Audiência Pública no 005, realizada em 29 de outubro de 1999, resolve:

Art. 1o Estabelecer, na forma que se segue, as disposições relativas à continuidade da distribuição de energia elétrica, nos seus aspectos de duração e frequência, a serem observadas pelas concessionárias e permissionárias de serviço público de energia elétrica às unidades consumidoras.

Art. 2o A continuidade da distribuição de energia elétrica deverá ser supervisionada, avaliada e controlada por meio de indicadores que expressem os valores vinculados a conjuntos de unidades consumidoras e às unidades consumidoras individualmente consideradas.

DA TERMINOLOGIA E CONCEITOS

Art. 3o Para os efeitos desta Resolução são adotadas as terminologias e os conceitos a seguir definidos:

I - Concessionária ou Permissionária

Agente titular de concessão ou permissão federal para explorar a prestação de serviços públicos de energia elétrica, referenciado, doravante, nesta Resolução, apenas pelo termo concessionária.

II - Conjunto de Unidades Consumidoras

Qualquer agrupamento de unidades consumidoras, global ou parcial, de uma mesma área de concessão de distribuição, definido pela concessionária ou permissionária e aprovado pela ANEEL .

III - Consumidor

Pessoa física ou jurídica, ou comunhão de fato ou de direito legalmente representada, responsável pelo pagamento das faturas e pelas demais obrigações fixadas em normas e regulamentos do órgão regulador, assim vinculando-se ao contrato de fornecimento, uso do sistema ou de adesão.

IV - Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC)

Intervalo de tempo que, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto considerado ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica.

V - Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora (DIC)

Intervalo de tempo que, no período de observação, em cada unidade consumidora ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica.

VI - Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora (DMIC)

Tempo máximo de interrupção contínua, da distribuição de energia elétrica, para uma unidade consumidora qualquer.

VII - Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC)

Número de interrupções ocorridas, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto considerado.

VIII - Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora (FIC)

Número de interrupções ocorridas, no período de observação, em cada unidade consumidora.

IX - Indicador de Continuidade

Representação quantificável do desempenho de um sistema elétrico, utilizada para a mensuração da continuidade apurada e análise comparativa com os padrões estabelecidos.

X - Indicador de Continuidade Global

Representação quantificável do desempenho de um sistema elétrico agregada por empresa, estado, região ou país.

XI - Interrupção

Descontinuidade do neutro ou da tensão disponível em qualquer uma das fases de um circuito elétrico que atende a unidade consumidora.

XII - Interrupção de Longa Duração

Toda interrupção do sistema elétrico com duração maior ou igual a 1 (um) minuto.

XIII - Interrupção Programada

Interrupção antecedida de aviso prévio, por tempo preestabelecido, para fins de intervenção no sistema elétrico da concessionária.

XIV - Interrupção de Urgência

Interrupção deliberada no sistema elétrico da concessionária, sem possibilidade de programação e caracterizada pela urgência na execução de serviços.

XV - Metas de Continuidade

Padrões estabelecidos pela ANEEL, para os indicadores de continuidade, a serem respeitados mensalmente, trimestralmente e anualmente, para períodos preestabelecidos.

XVI - Padrão de Continuidade

Valor limite de um indicador de continuidade aprovado pela ANEEL e utilizado para a análise comparativa com os indicadores de continuidade apurados.

XVII - Restabelecimento da Continuidade da Distribuição de Energia Elétrica

Retorno do neutro e da tensão disponível em todas as fases, com permanência mínima de tempo igual a 1 minuto, no ponto de entrega de energia elétrica da unidade consumidora.

XVIII - Serviço Essencial

Todo serviço ou atividade caracterizado como de fundamental importância para a sociedade, desenvolvido nas unidades consumidoras a seguir exemplificadas:

- a) serviço público de tratamento de água e esgoto;
- b) processamento de gás liquefeito de petróleo e combustíveis;
- c) estabelecimento hospitalar público ou privado;
- d) transporte coletivo;
- e) serviço público de tratamento de lixo;
- f) serviço público de telecomunicações;
- g) centro de controle de tráfego aéreo; e
- h) segurança pública.

XIX - Unidade Consumidora

Conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e vinculada a um único consumidor.

DA COLETA E ARMAZENAMENTO DOS DADOS DE INTERRUPÇÕES

Art. 4o A partir de janeiro de 2000 os indicadores de continuidade deverão ser apurados por meio de procedimentos auditáveis e que contemplem desde o nível de coleta de dados das interrupções até a transformação desses dados em indicadores.

§ 1o Os dados das interrupções de longa duração e os indicadores deles provenientes deverão ser mantidos por um período mínimo de 3 (três) anos, para uso da ANEEL bem como dos consumidores.

§ 2o Para cada conjunto afetado por interrupções de longa duração deverão ser apresentadas as seguintes informações:

- I - número de unidades consumidoras do conjunto em cada mês da apuração; e
- II - código de identificação do conjunto.

§ 3o Para toda interrupção de longa duração ocorrida em cada unidade consumidora do conjunto deverão ser apresentadas as seguintes informações:

- I - fato gerador;
- II – data, hora e centésimo de minutos do início e restabelecimento da interrupção; e
- III – número de unidades consumidoras atingidas em cada interrupção

§ 4o A partir de 1o de janeiro de 2003 esses dados deverão estar disponíveis em meio magnético ou óptico e apresentar o código de identificação de cada unidade consumidora.

DA DURAÇÃO DA INTERRUPÇÃO A SER CONSIDERADA

Art. 5o As concessionárias deverão apurar os indicadores de continuidade de duas formas distintas:

- I - considerando as interrupções com duração maior ou igual a 3 (três) minutos;
- e
- II - considerando as interrupções com duração maior ou igual a 1 (um) minuto.

§ 1o As concessionárias cujos contratos de concessão estabelecem obrigatoriedade de apuração dos indicadores de continuidade considerando interrupções iguais ou maiores a 1 (um) minuto deverão enviar os indicadores à ANEEL nas formas dos incisos I e II.

§ 2o As concessionárias não enquadradas no parágrafo anterior deverão enviar os indicadores à ANEEL na forma do inciso I.

§ 3o A partir de janeiro de 2005, para todas as concessionárias, os indicadores de continuidade a serem apurados e enviados à ANEEL deverão contemplar todas as interrupções com duração maior ou igual a 1 (um) minuto, quando deverão ser estabelecidos novos padrões de continuidade considerando-se os dados disponibilizados nas concessionárias.

DOS INDICADORES DE CONTINUIDADE DE CONJUNTO

Art. 6o As concessionárias deverão apurar, para todos os seus conjuntos de unidades consumidoras, os indicadores de continuidade a seguir discriminados:

I - Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC)

Para a apuração do DEC deverá ser utilizada a seguinte fórmula:

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^n Ca(i) \times t(i)}{Cc}$$

II - Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC)

Para a apuração do FEC deverá ser utilizada a seguinte fórmula:

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^n Ca(i)}{Cc}$$

Onde:

DEC = Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, expressa em horas e centésimos de hora;

FEC = Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, expressa em número de interrupções e centésimos do número de interrupções;

Ca(i) = Número de unidades consumidoras interrompidas em um evento (*i*), no período de apuração;

t(i) = Duração de cada evento (*i*), no período de apuração;

i = Índice de eventos ocorridos no sistema que provocam interrupções em uma ou mais unidades consumidoras;

k = Número máximo de eventos no período considerado;

Cc = Número total de unidades consumidoras, do conjunto considerado, no final do período de apuração.

DAS INTERRUPTÕES A SEREM CONSIDERADAS

Art. 7o Na apuração dos indicadores deverão ser consideradas todas as interrupções que atingirem as unidades consumidoras, admitidas apenas as seguintes exceções:

I - falha nas instalações da unidade consumidora que não provoque interrupção em instalações de terceiros; e

II - interrupção decorrente de obras de interesse exclusivo do consumidor e que afete somente a unidade consumidora do mesmo.

DO CRITÉRIO DE FORMAÇÃO DOS CONJUNTOS

Art. 8o Os conjuntos de unidades consumidoras deverão abranger toda a área atendida pela concessionária, respeitadas as seguintes condições:

I - quando um conjunto for subdividido/agrupado deverão ser definidos novos padrões de continuidade, levando-se em consideração o histórico existente;

II - o conjunto definido deverá permitir a identificação geográfica da localização das unidades consumidoras; e

III - não poderão ser agrupadas, em um mesmo conjunto, unidades consumidoras situadas em áreas não contíguas.

§1o A formação dos respectivos conjuntos deverá ser validada conjuntamente com as concessionárias até 30 de junho de 2000, podendo a ANEEL, a qualquer momento, solicitar a revisão da configuração de quaisquer conjuntos, caso em que as concessionárias deverão providenciar a respectiva implementação, observando a vigência dos mesmos a partir do mês de janeiro do ano subsequente.

§2o A referida revisão da configuração de quaisquer conjuntos dar-se-á, no máximo, até o mês de setembro do ano em curso.

DO PERÍODO DE APURAÇÃO E CÁLCULO DOS INDICADORES

Art. 9o Será mensal o período de apuração do intervalo de tempo entre o início e o fim da contabilização das interrupções ocorridas no conjunto de unidades consumidoras considerado.

§ 1o O valor do indicador de continuidade, trimestral ou anual, de cada conjunto, será o quociente de uma operação de divisão, onde:

a) o numerador será o somatório do produto dos valores mensais do indicador apurado com 2 (duas) casas decimais, pelo número de unidades consumidoras informado em cada mês do período (trimestral ou anual); e

b) o denominador será a média aritmética do número de unidades consumidoras informadas em cada mês do período (trimestral ou anual).

§ 2o Para o cálculo do indicador de continuidade global será realizada média ponderada dos indicadores DEC ou FEC enviados mensalmente à ANEEL, utilizando-se como fator de ponderação o número de unidades consumidoras de cada conjunto do mês correspondente.

DO ENVIO DOS INDICADORES DE CONTINUIDADE

Art. 10. A partir de janeiro de 2000 as concessionárias deverão enviar à ANEEL os indicadores DEC e FEC de todos os seus atuais conjuntos, até o último dia útil do mês subsequente ao período de apuração.

Parágrafo único. Em caso de racionamento de energia elétrica, determinado de acordo com a Legislação vigente, as concessionárias envolvidas deverão apurar e enviar à ANEEL os indicadores de continuidade de duas formas distintas: uma considerando o efeito do racionamento sobre os valores finais dos indicadores e a outra desconsiderando o referido efeito.

DOS NOVOS CRITÉRIOS DE AGRUPAMENTO DE UNIDADES CONSUMIDORAS

Art. 11. A partir de janeiro de 2003 as concessionárias poderão propor à ANEEL novos critérios para o agrupamento das unidades consumidoras, observando as seguintes condições:

I - qualquer critério de agrupamento proposto deverá permitir ao consumidor a identificação por meio de vinculação geográfica, do conjunto no qual está localizada a sua unidade consumidora;

II - deverá existir, para avaliação, um histórico de, no mínimo, 3 (três) anos de utilização de critério de agrupamento diferente do estabelecido nesta Resolução;

III - deverão ser evidenciadas as vantagens técnicas, econômicas e sociais da nova proposta em relação ao critério vigente de agrupamento.

DOS INDICADORES DE CONTINUIDADE INDIVIDUAIS

Art. 12. As concessionárias deverão apurar, em até 30 (trinta) dias, sempre que solicitado pelo consumidor ou pela ANEEL, os indicadores a seguir discriminados:

I - Duração de Interrupção por Unidade Consumidora (DIC)

Para a apuração do DIC deverá ser utilizada a seguinte fórmula:

$$DIC = \sum_{i=1}^n t(i)$$

II - Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora (FIC)

Para a apuração do FIC deverá ser utilizada a seguinte fórmula:

$$FIC = n$$

Onde:

DIC = Duração das Interrupções por Unidade Consumidora considerada, expressa em horas e centésimos de hora;

FIC = Frequência de Interrupções por Unidade Consumidora considerada, expressa em número de interrupções;

I = Índice de interrupções da unidade consumidora, no período de apuração, variando de 1 a *n*;

N = Número de interrupções da unidade consumidora considerada, no período de apuração; e

t(i) = Tempo de duração da interrupção (i) da unidade consumidora considerada, no período de apuração.

III - Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora (DMIC)

DAS INTERRUPTÕES A SEREM CONSIDERADAS

Art. 13. Na apuração dos indicadores DIC e FIC deverão ser consideradas todas as interrupções, inclusive as programadas e de urgência, admitidas apenas as exceções previstas no art. 7º .

DO AVISO E REGISTRO DAS INTERRUPTÕES

Art. 14. As concessionárias deverão avisar a todos os seus consumidores sobre as interrupções programadas, observando os seguintes procedimentos :

I - para unidades consumidoras atendidas em tensão superior a 1 kV e inferior a 230 kV, cuja demanda contratada seja igual ou superior a 500 kW: a interrupção deverá ser informada por meio de documento escrito e personalizado, com antecedência mínima de 5 (cinco) dias úteis, diretamente aos consumidores afetados;

II - para unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 69 kV, que prestem serviço essencial: a interrupção deverá ser informada por meio de documento escrito e personalizado, com antecedência mínima de 5 (cinco) dias úteis em relação à data da interrupção;

III - para outras unidades consumidoras: a interrupção deverá ser divulgada por meios eficazes de comunicação de massa ou, a critério da concessionária, avisados os consumidores por meio de documento escrito e personalizado, informando a abrangência geográfica, o horário de início e término da interrupção, em qualquer caso, com antecedência mínima de 72 (setenta e duas) horas em relação ao início da interrupção.

§ 1º As concessionárias deverão promover ampla divulgação, periodicamente, por meios eficazes, sobre a necessidade e importância do cadastramento de unidades consumidoras onde existam pessoas usuárias de equipamentos de autonomia limitada, vitais à preservação da vida humana, e dependentes de energia elétrica, a fim de que as mesmas sejam avisadas, de forma preferencial e obrigatória, no caso das interrupções programadas, por meio de documento escrito e personalizado, com antecedência mínima de 5 (cinco) dias úteis em relação à interrupção.

§ 2º As concessionárias deverão manter e disponibilizar, por 3 (três) anos, os registros de todas as interrupções de caráter de urgência e as programadas, discriminando-as em formulário próprio.

DA INFORMAÇÃO DOS INDICADORES NA FATURA DOS USUÁRIOS

Art. 15. A partir de janeiro de 2001 as concessionárias deverão incluir na fatura dos usuários, de forma clara e auto-explicativa, os seguintes dados:

I - nome do conjunto ao qual pertence a unidade consumidora;

II - metas mensais para os indicadores de continuidade individuais (DIC, FIC e DMIC) e de conjunto;

III - valores de DEC e FEC verificados no conjunto no mês anterior à emissão da fatura.

§ 1º Para as unidades consumidoras atendidas em tensão superior a 1 kV e inferior a 230 kV, além das informações mencionadas nos incisos I a III deste artigo, deverão ser incluídos os valores de DIC e FIC apurados no mês anterior.

§ 2º Até dezembro de 2004, para as unidades consumidoras atendidas em tensão igual ou inferior a 1 kV, além das informações mencionadas nos incisos I a III deste artigo, o consumidor deverá ser informado sobre o seu direito de solicitar à concessionária a apuração dos indicadores DIC, FIC e DMIC a qualquer tempo.

§ 3º A partir de janeiro de 2005 nas faturas das unidades consumidoras enquadradas no § 2º deverão ser incluídos, também, os valores de DIC, FIC e DMIC apurados no mês anterior.

DO SISTEMA DE ATENDIMENTO ÀS RECLAMAÇÕES DOS CONSUMIDORES

Art. 16. As concessionárias deverão dispor de sistemas ou mecanismos de atendimento emergencial, acessíveis aos consumidores finais, para que os mesmos apresentem suas reclamações quanto a problemas relacionados ao serviço de distribuição de energia elétrica, sem prejuízo do emprego de outras formas de sensoriamento automático da rede.

§ 1o Para que o atendimento emergencial seja considerado adequado, as concessionárias deverão dispor de, no mínimo, serviço de atendimento telefônico gratuito, disponível todos os dias durante 24 (vinte e quatro) horas, acessível de qualquer localidade de sua área de concessão e contendo linhas telefônicas em quantidade compatível com a demanda de serviços.

§ 2o A implantação deste sistema de atendimento telefônico gratuito deverá ser efetuada até 31/12/2000, limitada apenas às condições técnicas dos serviços telefônicos locais.

DAS METAS DE CONTINUIDADE

Art. 17. Visando manter ou melhorar a continuidade da distribuição da energia elétrica serão estabelecidas, entre a ANEEL e as concessionárias, metas para os indicadores individuais, de conjunto, área de concessão ou global da empresa a partir das seguintes disposições:

I - Metas para os Indicadores de Continuidade dos Conjuntos

Até 30 de junho de 2000 serão estabelecidas metas mensais, trimestrais e anuais de continuidade por conjunto, em conformidade com o critério de formação de conjuntos estabelecido nesta Resolução, tendo como referência os valores históricos dos indicadores informados pela respectiva concessionária, as metas estabelecidas nos contratos de concessão e a análise comparativa de desempenho das concessionárias.

As metas para os indicadores de continuidade dos conjuntos, estabelecidas com base neste artigo, entrarão em vigor a partir de janeiro de 2001 e serão renegociadas a cada revisão ordinária das tarifas;

II - Metas para os Indicadores de Continuidade Individuais

A partir de janeiro de 2003 as metas de DIC, FIC e DMIC deverão obedecer aos valores estabelecidos nas tabelas seguintes, de acordo com as metas anuais definidas entre a ANEEL e as concessionárias para cada conjunto de unidades consumidoras:

Tabela 2

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Faixa de Tensão Elétrica de Atendimento: 69 kV ≤ Tensão < 230kV						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 20	8	4	3	2	8	4	3
> 20 – 40	12	6	4	3	12	6	4
> 40	16	8	6	3	16	8	6

Tabela 3

Faixa de Variação das Metas de Qualidade dos Indicadores dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Faixa de Tensão Elétrica de Atendimento: 1 kV ≤ Tensão < 69kV						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 5	25	13	8	6	18	9	6
> 5 – 10	30	15	10	6	20	10	7
> 10 – 20	35	18	12	6	25	13	8
> 20 – 30	40	20	13	6	30	15	10
> 30 – 45	45	23	15	8	35	18	12
> 45 – 60	52	26	17	8	45	23	15
> 60	64	26	21	10	56	23	19

Tabela 4

Faixa de Variação das Metas de Qualidade Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Unidades consumidoras localizadas no perímetro urbano atendidas em tensão inferior a 1 kV ou localizadas fora do perímetro urbano com potência disponibilizada igual ou superior a 100 kVA						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 5	40	20	13	6	25	13	8
> 5 – 10	50	25	17	6	30	15	10
> 10 – 20	55	28	19	8	35	18	12
> 20 – 30	65	32	22	8	40	20	13

Tabela 5 (Continuação)

Faixa de Variação das Metas de Qualidade Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Unidades consumidoras localizadas no perímetro urbano atendidas em tensão inferior a 1 kV ou localizadas fora do perímetro urbano com potência disponibilizada igual ou superior a 100 kVA						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
> 30 – 45	75	32	25	10	50	25	17
> 45 – 60	80	32	27	10	56	26	19
> 60	80	32	27	12	64	26	22

Tabela 6

Faixa de Variação das Metas de Qualidade Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Unidades consumidoras localizadas fora do perímetro urbano com potência disponibilizada inferior a 100 kVA						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 10	80	40	27	12	40	20	13
> 10 – 20	85	43	29	12	50	17	25
> 20 – 30	90	45	30	12	60	30	20
> 30 – 45	100	48	33	14	75	38	25
> 45 – 60	110	48	37	14	90	38	30
> 60 – 80	120	48	40	16	90	38	30
> 80	120	48	40	18	96	38	32

DOS CRITÉRIOS PARA O ESTABELECIMENTO DE NOVOS PADRÕES E METAS

Art. 18. A partir de janeiro de 2002 as concessionárias poderão propor padrões diferentes dos estabelecidos nesta Resolução, para os indicadores individuais de unidades consumidoras, observando os seguintes critérios:

I - para os conjuntos agrupados em função das metas de continuidade dos indicadores DEC e FEC, deverão ser apresentadas as distribuições de frequência acumulada de DIC, FIC e DMIC das unidades consumidoras reunidas por faixa de tensão de atendimento, discriminada em redes urbanas ou rurais e consumo de energia elétrica conforme definido nas Tabelas 1, 2, 3 e 4; e

II - as distribuições de frequência acumulada deverão possuir um histórico de dados de DIC, FIC e DMIC de, no mínimo, 12 (doze) meses, separadas em períodos mensais, trimestrais e anuais.

Art. 19. A partir de janeiro de 2004 as concessionárias deverão disponibilizar, à ANEEL, as distribuições de frequência acumulada dos indicadores individuais, observando os critérios fixados no art. 18.

Parágrafo único. Estas informações servirão de base, para a ANEEL, para revisões futuras das tabelas 1, 2, 3 e 4.

Art. 20. Quando da celebração de contratos de fornecimento, uso do sistema ou adesão, poderão ser definidas e fixadas metas de continuidade que propiciem melhor qualidade dos serviços prestados.

DAS PENALIDADES POR VIOLAÇÃO DAS METAS DE CONTINUIDADE

Art. 21. Serão classificadas em dois grupos as possíveis violações das metas estabelecidas:

I - Violação de Padrão do Indicador de Continuidade Individual (Grupo 1)

Fato gerador: Violação de padrão do indicador de continuidade individual em relação ao período de apuração do indicador.

Penalidade: Pagamento de multa, pela concessionária, ao consumidor afetado, a ser creditado na fatura de energia elétrica no mês subsequente à apuração.

No cálculo do valor das multas serão utilizadas as seguintes fórmulas:

a) Para o DIC:

$$\text{Penalidade} = \left(\frac{DIC_v}{DIC_p} - 1 \right) DIC_p \times \frac{CM}{730} \times kei$$

b) Para o DMIC:

$$\text{Penalidade} = \left(\frac{DMIC_v}{DMIC_p} - 1 \right) DMIC_p \times \frac{CM}{730} \times kei$$

c) Para o FIC:

$$\text{Penalidade} = \left(\frac{FIC_v}{FIC_p} - 1 \right) DIC_p \times \frac{CM}{730} \times kei$$

Onde:

DIC_v = Duração de Interrupção por Unidade Consumidora, verificada no período em horas e centésimos de hora;

DIC_p = Metas de continuidade estabelecidas no período para o indicador de Duração de Interrupção Individual em horas e centésimos de hora;

DMIC_v = Duração Máxima de Interrupção Contínua, verificada, por interrupção, em horas e centésimos de hora;

DMIC_p = Metas de continuidade estabelecidas para o indicador, por interrupção, em horas;

FIC_v = Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora verificada, em número de interrupções por período;

- FICp = Metas de continuidade estabelecidas no período para o indicador de Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora, em número de interrupções por período;
- CM = Média aritmética do valor das faturas mensais do consumidor afetado, relativas às tarifas de uso, referentes aos 3 (três) meses anteriores à ocorrência;
- 730 = Número médio de horas no mês; e
- kei = Coeficiente de majoração, que variará de 10 a 50, e cujo valor, fixado em 10 (dez), poderá ser alterado pela ANEEL a cada revisão ordinária das tarifas.

II - Violação de Padrão do Indicador de Continuidade de Conjunto (Grupo 2)

Fato gerador: Violação de padrão do indicador de continuidade de conjunto em relação ao período de apuração do indicador.

Penalidade: Pagamento de multa conforme as disposições da Resolução ANEEL n.º 318, de 6 de outubro de 1998, e suas eventuais atualizações.

Art. 22. Para efeito de aplicação de eventual penalidade, quando da violação das metas estabelecidas, serão consideradas as seguintes disposições:

I - interrupções que afetarem simultaneamente mais de 50% das unidades consumidoras pertencentes ao mesmo conjunto, associadas a situações de emergência ou de calamidade pública decretada por órgãos competentes, não serão consideradas para efeito de aplicação de penalidades do Grupo 1;

II - no caso de consumidores inadimplentes, o valor das multas por violação de padrão do indicador de continuidade individual poderá ser utilizado para quitar débitos vencidos, a critério da concessionária;

III - quando se tratar de multas a favor do consumidor, a concessionária deverá manter registro, em formulário próprio, para uso da ANEEL, com os seguintes dados:

- a) nome dos consumidores favorecidos;
- b) endereço das unidades consumidoras;
- c) nome do conjunto a que pertence a unidade consumidora;
- d) período referente à constatação da violação;
- e) importância individual de cada multa; e
- f) valores dos indicadores violados.

IV - quando ocorrer violação de mais de um indicador de continuidade, no período de apuração, deverá ser considerado para efeito de aplicação de penalidade aquele indicador que apresentar maior percentual de violação;

V - o valor da penalidade, associado à violação do indicador de continuidade individual, será limitado em 1% (um por cento) do faturamento da concessionária nos últimos 12 (doze) meses, e terá como limite superior, em relação à média dos últimos 3 (três) meses da fatura da unidade consumidora, os seguintes valores :

a) 10 (dez) vezes para as unidades consumidoras atendidas em tensão menor ou igual a 1kV;

b) 5 (cinco) vezes para as unidades consumidoras atendidas em tensão maior que 1kV e menor que 69kV; e

c) 3 (três) vezes para as unidades consumidoras atendidas em tensão maior ou igual a 69kV.

VI - para efeito de aplicação de penalidades, no caso de violações das metas anuais, trimestrais e mensais estabelecidas para os conjuntos de unidades consumidoras de cada concessionária, será realizada, no mínimo, uma avaliação anual pela ANEEL no ano civil subsequente;

VII - do montante das penalidades estabelecido quando da violação de padrões dos indicadores do Grupo 2, deverão ser descontadas as multas relacionadas à violação de padrões dos indicadores de continuidade individual, desde que os valores respectivos tenham sido devidamente pagos aos consumidores afetados e comprovado pelas concessionárias;

VIII - no caso de pagamento de multas aos consumidores, devido a violação de padrões dos indicadores de continuidade individual, deverão ser obedecidos os critérios estabelecidos a seguir:

a) do montante calculado para a multa pela violação da meta trimestral, estabelecida para cada ano civil, deverão ser descontados os valores relativos à violação da meta mensal, desde que esses valores já tenham sido devidamente pagos aos consumidores afetados; e

b) do montante calculado para a multa pela violação da meta anual, estabelecida para cada ano, deverão ser descontados os valores relativos à violação da meta mensal e/ou trimestral, desde que esses valores já tenham sido devidamente pagos aos consumidores afetados.

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 23. As concessionárias cujos contratos de concessão estabelecem metas de continuidade, para os conjuntos de unidades consumidoras, deverão observar, até 31 de dezembro de 2000, os padrões de continuidade estabelecidos nos respectivos contratos de concessão.

Parágrafo único. As concessionárias que não puderem atender as metas de DEC e FEC estabelecidas nos contratos de concessão, para o ano 2000, deverão apresentar justificativa técnica que evidencie a impossibilidade do cumprimento, visando a sua redefinição junto à ANEEL.

Art. 24. As concessionárias que não se enquadrarem nas condições do artigo anterior deverão considerar como metas, para o ano 2000, os padrões estabelecidos na Portaria DNAEE no 046/78.

Art. 25. Para as concessionárias cujos contratos de concessão estabeleçam obrigatoriedade de apuração dos indicadores de continuidade, considerando interrupções iguais ou maiores a 1 (um) minuto, os valores das multas decorrentes da aplicação de penalidades por violação das metas de continuidade, estabelecidas nos arts. 21 e 22, serão determinados tendo como referência essa forma de apuração.

Art. 26. A partir de janeiro de 2000 e até 2002 as metas anuais de DIC e FIC deverão obedecer aos valores estabelecidos na Tabela 7.

Tabela 7

Metas Anuais dos Indicadores de Continuidade Individuais						
Descrição do Sistema de Atendimento às Unidades Consumidoras	2000		2001		2002	
	DIC	FIC	DIC	FIC	DIC	FIC
Tensão ≤ 1kV situadas em zona rural	150	120	135	108	120	96
Tensão ≤ 1kV situadas em zona urbana	100	80	90	72	80	64
Sistema Aéreo com 1 kV < Tensão < 69 kV	80	70	72	63	64	56
Sistema Aéreo com 69 kV ≤ Tensão < 230 kV	30	40	24	32	24	24
Sistema Subterrâneo	16	8	14	6	12	4

§ 1o As metas mensais e trimestrais de DIC e FIC, para cada unidade consumidora, não poderão ser superiores a 30% e 40%, respectivamente, das metas anuais fixadas na Tabela 5.

§ 2o As concessionárias cujos contratos de concessão apresentem valores para os indicadores de continuidade individuais inferiores aos fixados na Tabela 5 deverão obedecer aos valores estabelecidos no respectivo contrato.

Art. 27. Até 31 de dezembro de 2002 as concessionárias poderão apurar os indicadores de continuidade de conjuntos, DEC e FEC, utilizando o critério de correlação (unidade consumidora/potência instalada) conforme metodologia de cálculo discriminada a seguir:

Para cada conjunto, o número de unidades consumidoras atingidas por uma interrupção poderá ser calculado utilizando-se a fórmula seguinte:

$$Ca(i) = Pa(i) * \frac{CM}{730} + Cbtr(i) + Cmt(i)$$

Sendo:

$Ca(i)$ = Número de unidades consumidoras atingidas em um evento (i), no período de apuração;

I = Índice de eventos ocorridos no sistema que provocam interrupções em uma ou mais unidades consumidoras;

$Pa(i)$ = Potência instalada dos transformadores que alimentam as cargas das unidades consumidoras atendidas em tensão até 1kV, localizadas em zona geográfica urbana, atingidas na interrupção (i);

$Cbtu$ = Número de unidades consumidoras atendidas em tensão até 1kV, do conjunto considerado, localizadas em zona geográfica urbana;

$Pbtu$ = Potência instalada dos transformadores que alimentam as cargas das unidades consumidoras atendidas em tensão até 1kV, localizadas em zona geográfica urbana;

$Cbtr(i)$ = Número de unidades consumidoras atendidas em tensão até 1kV, localizadas em zona geográfica rural atingidas na interrupção (i);

$Cmt(i)$ = Número de unidades consumidoras atendidas em tensão nominal superior a 1 kV e inferior a 230 kV, atingidas na interrupção (i).

Parágrafo único. Nos casos em que o contrato de concessão fixar data limite inferior à estabelecida neste artigo, as concessionárias deverão obedecer às disposições contidas nos respectivos contratos.

Art. 28. A partir de julho de 2000 o OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS deverá apurar e divulgar os indicadores de duração e frequência de interrupção, assim como o de duração máxima de interrupção contínua, referentes às barras de conexão da Rede Básica com os demais agentes.

§ 1o Todos os dados necessários à formação e apuração dos indicadores deverão ser disponibilizados ao ONS pelos agentes detentores de instalações de transmissão que compõem a Rede Básica.

§ 2o Até junho de 2000 o ONS proporá os padrões de desempenho, por barra de conexão, referentes aos indicadores citados no *caput* deste artigo, para aprovação pela ANEEL.

§ 3o Os padrões de que trata o parágrafo anterior deverão ser observados a partir de janeiro de 2001.

§ 4o O detalhamento necessário ao cálculo dos indicadores e as respectivas ações, para que o sistema opere de acordo com os limites neles propostos, serão definidos nos Procedimentos de Rede.

Art. 29. Até julho de 2000 as concessionárias de transmissão detentoras de instalações não integrantes da Rede Básica e as concessionárias de distribuição que atendam a outras concessionárias deverão ajustar com a ANEEL as metas dos indicadores DIC, FIC e DMIC por ponto de entrega.

Art. 30. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se os arts. 1o a 4o e 7o a 17 da Portaria DNAEE no 046, de 17/04/78, permanecendo os demais artigos em vigência até dezembro de 2000.

JOSÉ MÁRIO MIRANDA ABDO

(*)Republicado por ter saído com incorreção, no original, no D.O. nº 20-E, de 28/01/00, Seção 1, pág. 23 a 26.

ANEXO 6 - NORMAS IEC PARA SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES PARA EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

IEC 60601-1 (1988-12)	Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for safety
IEC 60601-1-am1 (1991-11)	Amendment No. 1
IEC 60601-1-am2 (1995-03)	Amendment No. 2
IEC 60601-1-1 (2000-12)	Medical electrical equipment - Part 1-1: General requirements for safety - Collateral standard: Safety requirements for medical electrical systems
IEC 60601-1-2 (2001-09)	Medical electrical equipment - Part 1-2: General requirements for safety - Collateral standard: Electromagnetic compatibility - Requirements and tests
IEC 60601-1-3 (1994-07)	Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for safety - 3. Collateral standard: General requirements for radiation protection in diagnostic X-ray equipment
IEC 60601-1-4 (2000-04) Ed. 1.1 Consolidated Edition	Medical electrical equipment - Part 1-4: General requirements for safety - Collateral Standard: Programmable electrical medical systems
IEC 60601-1-4-am1 (1999-10)	Amendment 1
IEC 60601-2-1 (1998-06)	Medical electrical equipment - Part 2-1: Particular requirements for the safety of electron accelerators in the range 1 MeV to 50 MeV
IEC 60601-2-2 (1998-09)	Medical electrical equipment - Part 2-2: Particular requirements for the safety of high frequency surgical equipment
IEC 60601-2-3 (1991-06)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of short-wave therapy equipment
IEC 60601-2-3-am1 (1998-09)	Amendment 1
IEC 60601-2-4 (1983-01)	Medical electrical equipment. Part 2: Particular requirements for the safety of cardiac defibrillators and cardiac defibrillator-monitors
IEC 60601-2-5 (2000-07)	Medical electrical equipment - Part 2-5: Particular requirements for the safety of ultrasonic physiotherapy equipment
IEC 60601-2-6 (1984-01)	Medical electrical equipment. Part 2: Particular requirements for the safety of microwave therapy equipment
IEC 60601-2-7 (1998-02)	Medical electrical equipment - Part 2-7: Particular requirements for the safety of high-voltage generators of diagnostic X-ray generators
IEC 60601-2-8 (1999-04) Ed. 1.1 Consolidated Edition	Medical electrical equipment - Part 2-8: Particular requirements for the safety of therapeutic X-ray equipment operating in the range 10 kV to 1 MV

IEC 60601-2-8-am1 (1997-08)	Amendment No. 1
IEC 60601-2-9 (1996-10)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of patient contact dosimeters used in radiotherapy with electrically connected radiation detectors
IEC 60601-2-10 (1987-12)	Medical electrical equipment. Part 2: Particular requirements for the safety of nerve and muscle stimulators
IEC 60601-2-10-am1 (2001-09)	Amendment 1
IEC 60601-2-11 (1997-08)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of gamma beam therapy equipment
IEC 60601-2-12 (2001-10)	Medical electrical equipment - Part 2-12: Particular requirements for the safety of lung ventilators - Critical care ventilators
IEC 60601-2-13 (1998-05)	Medical electrical equipment - Part 2-13: Particular requirements for the safety of anaesthetic workstations
IEC 60601-2-15 (1988-12)	Medical electrical equipment. Part 2: Particular requirements for the safety of capacitor discharge X-ray generators
IEC 60601-2-16 (1998-02)	Medical electrical equipment - Part 2-16: Particular requirements for the safety of haemodialysis, haemodiafiltration and haemofiltration equipment
IEC 60601-2-17 (1989-09)	Medical electrical equipment. Part 2: Particular requirements for the safety of remote-controlled automatically-driven gamma-ray afterloading equipment
IEC 60601-2-17-am1 (1996-03)	Amendment No. 1 to IEC 601-2-17
IEC 60601-2-18 (1996-08)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of endoscopic equipment
IEC 60601-2-18-am1 (2000-07)	Amendment 1
IEC 60601-2-19 (1990-12)	Medical electrical equipment. Part 2: Particular requirements for the safety of baby incubators
IEC 60601-2-19-am1 (1996-10)	Amendment No. 1
IEC 60601-2-20 (1990-12)	Medical electrical equipment. Part 2: Particular requirements for the safety of transport incubators
IEC 60601-2-20-am1 (1996-10)	Amendment No. 1
IEC 60601-2-21 (1994-02)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of infant radiant warmers
IEC 60601-2-21-am1 (1996-10)	Amendment No. 1
IEC 60601-2-22 (1995-11)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of diagnostic and therapeutic laser equipment

IEC 60601-2-23 (1999-12)	Medical electrical equipment - Part 2-23: Particular requirements for the safety, including essential performance, of transcutaneous partial pressure monitoring equipment
IEC 60601-2-24 (1998-02)	Medical electrical equipment - Part 2-24: Particular requirements for the safety of infusion pumps and controllers
IEC 60601-2-25 (1993-03)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of electrocardiographs
IEC 60601-2-25-am1 (1999-05)	Amendment 1
IEC 60601-2-26 (1994-04)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of electroencephalographs
IEC 60601-2-27 (1994-04)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of electrocardiographic monitoring equipment
IEC 60601-2-28 (1993-03)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of X-ray source assemblies and X-ray tube assemblies for medical diagnosis
IEC 60601-2-29 (1999-01)	Medical electrical equipment - Part 2-29: Particular requirements for the safety of radiotherapy simulators
IEC 60601-2-30 (1999-12)	Medical electrical equipment - Part 2-30: Particular requirements for the safety, including essential performance, of automatic cycling non-invasive blood pressure monitoring equipment
IEC 60601-2-31 (1994-10)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of external cardiac pacemakers with internal power source
IEC 60601-2-31-am1 (1998-01)	Amendment 1
IEC 60601-2-32 (1994-03)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of associated equipment of X-ray equipment
IEC 60601-2-33 (1995-07)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of magnetic resonance equipment for medical diagnosis
IEC 60601-2-34 (2000-10)	Medical electrical equipment - Part 2-34: Particular requirements for the safety, including essential performance, of invasive blood pressure monitoring equipment
IEC 60601-2-35 (1996-11)	Medical electrical equipment - Particular requirements for the safety of blankets, pads and mattresses intended for heating in medical use
IEC 60601-2-36 (1997-03)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of equipment for extracorporeally induced lithotripsy
IEC 60601-2-37 (2001-07)	Medical electrical equipment - Part 2-37: Particular requirements for the safety of ultrasonic medical diagnostic and monitoring equipment
IEC 60601-2-38 (1996-10)	Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of electrically operated hospital beds
IEC 60601-2-38-am1 (1999-12)	Amendment 1
IEC 60601-2-39 (1999-06)	Medical electrical equipment - Part 2-39: Particular requirements for the safety of peritoneal dialysis equipment

IEC 60601-2-40 (1998-02)	Medical electrical equipment - Part 2-40: Particular requirements for the safety of electromyographs and evoked response equipment
IEC 60601-2-41 (2000-02)	Medical electrical equipment - Part 2-41: Particular requirements for the safety of surgical luminaries and luminaries for diagnosis
IEC 60601-2-43 (2000-06)	Medical electrical equipment - Part 2-43: Particular requirements for the safety of X-ray equipment for interventional procedures
IEC 60601-2-44 (2001-06)	Medical electrical equipment - Part 2-44: Particular requirements for the safety of X-ray equipment for computed tomography
IEC 60601-2-45 (2001-05)	Medical electrical equipment - Part 2-45: Particular requirements for the safety of mammographic X-ray equipment and mammographic stereotactic devices
IEC 60601-2-46 (1998-06)	Medical electrical equipment - Part 2-46: Particular requirements for the safety of operating tables
IEC 60601-2-47 (2001-07)	Medical electrical equipment - Part 2-47: Particular requirements for the safety, including essential performance, of ambulatory electrocardiographic systems
IEC 60601-2-49 (2001-07)	Medical electrical equipment - Part 2-49: Particular requirements for the safety of multifunction patient monitoring equipment
IEC 60601-2-50 (2000-07)	Medical electrical equipment - Part 2-50: Particular requirements for the safety of infant phototherapy equipment
IEC 60601-3-1 (1996-08)	Medical electrical equipment - Part 3-1: Essential performance requirement for transcutaneous oxygen and carbon dioxide partial pressure monitoring equipment