



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GCQ-03
19 a 24 Outubro de 2003
Uberlândia - Minas Gerais

**GRUPO XIII
GRUPO DE ESTUDO DE INTERFERÊNCIAS, COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA E QUALIDADE DE
ENERGIA – GCQ**

**QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA: EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS E SUA
INTERAÇÃO COM O SISTEMA ELÉTRICO**

**Mônica Silveira*
UNIVERSIDADE SALVADOR**

**James S. S. Correia
UNIVERSIDADE SALVADOR**

RESUMO

A atual reorganização do setor elétrico nacional conduz ao surgimento de questionamentos como a busca da eficientização dos sistemas e da qualidade do produto final, levando a conscientização dos agentes quanto a direitos e deveres. Tudo isto favorece o aparecimento de um ambiente no qual o conceito de qualidade de energia elétrica deve sofrer ampla discussão. Este trabalho visa apresentar a forma como os equipamentos eletromédicos encontrados em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde - EAS interagem com a rede de alimentação, mostrando como são afetados pelos distúrbios que ocorrem no sistema elétrico e como podem afetar a qualidade da energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE

Qualidade de energia elétrica. Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Aparelho de Raios-X.

1.0 - INTRODUÇÃO

O conceito de compatibilidade entre carga e fonte não é novo. A necessidade de suprir energia com tensão e frequência de valores adequados foi reconhecida desde o início da indústria de energia. Durante os anos 30, as Empresas de Energia Elétrica – 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. Nos anos 70, 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. 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.

A Qualidade da Energia Elétrica – QEE vem sendo avaliada internacionalmente considerando-se os seguintes enfoques:

- Normas¹, 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.

De forma geral, são empregadas as normas como referência, nem sempre existindo base legal para responsabilização ou penalização dos agentes poluidores.

Muitos estudos têm sido desenvolvidos para identificar os problemas relacionados com QEE e as possíveis soluções. Entretanto, os estudos sobre QEE desenvolvidos no Brasil estão voltados basicamente para o setor industrial, não existindo muito aprofundamento em outras áreas ou para tipos

¹ Em (1) encontra-se uma lista das diversas normas internacionais sobre compatibilidade eletromagnética, em vigência atualmente.

diferentes de cargas, a exemplo dos equipamentos eletromédicos.

1.1 Normas sobre Qualidade de Energia Elétrica

No âmbito internacional, prevalecem as normas *International Electrotechnical Commission* – IEC, órgão internacional de normas e conformidade no campo de eletrotécnica, 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 (1).

Nos EUA, a normalização é desenvolvida por diversos organismos, entre eles o *Institute of Electrical and Electronics Engineers* – IEEE e a *American National Standard Institute* – 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.

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 harmonizadas². A depender do tipo de produto a ser submetido, as diretrizes se dividem em: básicas, genéricas e de produtos específicos.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT é o organismo responsável pela elaboração de normas em geral. A fim de compatibilizar muitas das normas existentes internacionalmente, a ABNT se associou ao IEC. Assim, 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.

1.2 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.

Em 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 EEE. Dando continuidade a este processo, o DNAEE lançou a Portaria n.º 031, em 1980, estabelecendo a metodologia a ser adotada pelas empresas supridoras para apuração dos índices de continuidade de suprimento dos sistemas elétricos.

A empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS passou então a estudar o assunto, discutindo critérios e métodos para o atendimento a consumidores com cargas não-lineares³. Ainda em 1978, 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 e novamente em 1993 para incorporar as experiências de diversos grupos de trabalho e 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. No entanto, não foram estabelecidas penalidades para a não observância destes limites. Criou-se, então, um clima de debate em torno do tema.

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 ambiente 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.

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.

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.

Neste momento o processo de reestruturação do setor

² 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.

³ Cargas nas quais a corrente instantânea não varia linearmente em relação à tensão aplicada.

elétrico começou a se firmar, tendo 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. Também fez parte do novo modelo a instituição de entidades que coordenam regulação, planejamento, operação e comercialização de energia; são elas: a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e o Mercado Atacadista de Energia – MAE.

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. 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.

Em paralelo, o ONS vem elaborando, conjuntamente 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 e operação do sistema elétrico interligado, bem como define as responsabilidades dos agentes e do próprio ONS.

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. A resolução estabelece penalidade e 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.

2.0 - 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.

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 no diagnóstico) ou para prover algum tipo de tratamento. 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., os quais também são dispositivos que podem de forma direta ou indireta comprometer a saúde do paciente.

Para os 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 (2), 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. 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 (3).

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 (2).

As conseqüências 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 (3). 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 credibilidade 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 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.

3.0 - APARELHO DE RAIOS-X

Os Aparelhos de Raios-X são empregados em diversas especialidades médicas, sendo bastante utilizados 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.

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 (4). A Figura 1 apresenta a disposição simplificada destes componentes:

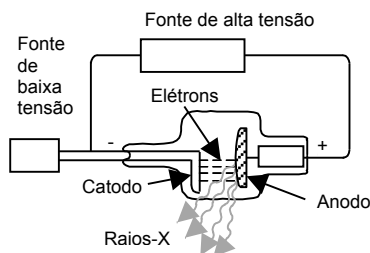


FIGURA 1 - COMPONENTES BÁSICOS DE UM APARELHO DE RAIOS-X.

O tubo de Raios-X possui uma forma bastante simples, sendo seus elementos principais: catodo, anodo e vidro, que deve ter boa resistência mecânica e suportar as alterações rápidas de temperatura e. 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.

O catodo tem por função produzir os elétrons livres, possuindo um filamento de tungstênio que tem forma de espiral. Este filamento é aquecido utilizando-se uma fonte variável de tensão alternada, até ficar incandescente, para agir como fonte de elétrons.

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 focal⁴ ou alvo que é um bloco de tungstênio colocado na face do anodo no centro do tubo.

O transformador tem a função de elevar a tensão alternada da rede de alimentação até a alta tensão de alimentação do aparelho. Entretanto esta tensão não é diretamente aplicada ao tubo, antes é necessário que a mesma seja retificada. 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 (4).

3.2 Funcionamento

⁴ Ponto focal é a área do alvo do anodo que é bombardeada pelos elétrons emitidos pelo filamento do catodo.

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.

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.

Um aspecto de relevância é a qualidade da imagem obtida. Os principais fatores que influenciam a obtenção da imagem são: corrente no filamento, distância do objeto e alta tensão imposta ao tubo. 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.

Alguns exemplos da influência da variação do valor da alta tensão na forma de operação do aparelho são (5):

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

3.3 Interação com a Rede de Alimentação

Os Aparelhos de Raios-X normalmente operam em sistemas trifásicos 380/220V com rede de alimentação específica e individual e transformador independente para garantir a segurança da instalação elétrica. Estes equipamentos requererem grande capacidade de potência do transformador por curtíssimo período de tempo, uma vez que 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. 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 (6).

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 é 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 durante não mais que 3 a 4 segundos por vez (6). 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 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 (5).

A qualidade da tensão é muito importante em instalações de Raios-X. Mínimos valores de distúrbios e quedas de tensão são essenciais. 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.

Devido ao emprego de retificação, estes aparelhos se configuram como grandes fontes de poluição harmônica. Entretanto, de acordo com Gouvêa (1994), a penetração harmônica nas redes de distribuição secundária e primária é um problema inexistente. Para o equipamento analisado no estudo desenvolvido por ele, a distorção harmônica total ficou em 14% na barra onde o equipamento estava conectado. Entretanto, deve-se observar que as simulações realizadas contemplaram um tipo específico de equipamento, funcionando de forma isolada.

3.4 Análise do Perfil de Operação

Foram realizadas medições individualizadas em equipamentos de Raios-X. O setor de radiologia do Hospital Espanhol, localizado em Salvador-Bahia possui 05 salas de exames. Assim foram efetuadas medições de grandezas nas salas mais utilizadas, considerando-se intervalo de integração de 05 (cinco) segundos e período de medição de 24 (vinte e quatro) horas.

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam os perfis de tensões e corrente por fase, DHT de correntes e tensões, respectivamente, para o equipamento de Raios-X localizado na sala de exames 01, que possui as seguintes características: Fabricante: Siemens; Modelo: Polymat B; Gerador de alta frequência: 500mA, 150kV

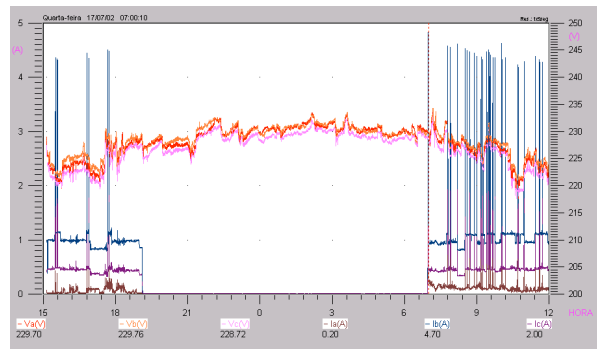


FIGURA 2 - PERFIL DE CORRENTES E TENSÕES DO APARELHO DE RAIOS-X DA SALA DE EXAMES 01 DO SETOR DE RADIOLOGIA DO HOSPITAL ESPANHOL.

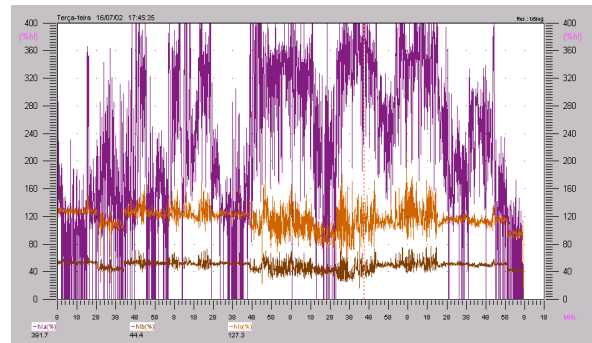


FIGURA 3 - PERFIL DE DHT DAS CORRENTES POR FASE DO APARELHO DE RAIOS-X DA SALA DE EXAMES 01 DO SETOR DE RADIOLOGIA DO HOSPITAL ESPANHOL.

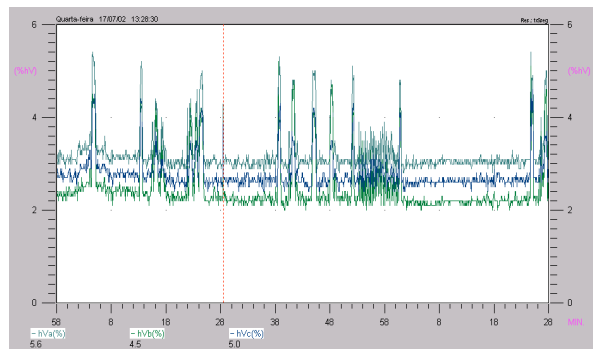


FIGURA 4 - PERFIL DE DHT DAS TENSÕES POR FASE DO APARELHO DE RAIOS-X DA SALA DE EXAMES 01 DO SETOR DE RADIOLOGIA DO HOSPITAL ESPANHOL.

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. 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).

Por falta de dados precisos sobre o equipamento, uma vez que o modelo já está defasado e pela inexistência dos manuais, ficou impossível comparar os valores encontrados com os definidos na norma IEEE 519. Mesmo assim, pode-se afirmar que o Aparelho de

Raios-X é um equipamento de grande capacidade poluidora, principalmente quando considerada a atuação de diversos equipamentos ao mesmo tempo.

Também por conta da falta de dados mais detalhados sobre o equipamento, não foi possível simular a propagação da distorção medida na rede de distribuição. Entretanto, de acordo com o nível de distorção encontrada, fica evidente que o equipamento analisado pode estar contribuindo para a degradação da qualidade de energia dentro da instalação hospitalar e, até mesmo, fora dela.

4.0 - CONCLUSÃO

O processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro 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 formam um aspecto que deve ser inserido num futuro bastante próximo para tornar clara a responsabilidade de cada agente.

Muito do que existe hoje se baseia em estudos realizados para nichos específicos do mercado, a exemplo da classe industrial. Entretanto, percebe-se cada vez mais que outros consumidores começam a utilizar cargas perturbadoras que afetam de forma significativa outras cargas sensíveis, como é caso das instalações médico-hospitalares.

Os EAS possuem diversos tipos de equipamentos que estão em contínuo aperfeiçoamento e que incorporam tecnologias poluidoras e sensíveis. O Aparelho de Raios-X é um dos dispositivos eletromédicos de uso mais freqüente e mais difundido 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. 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.

Do exposto chega-se às seguintes conclusões:

□ No âmbito nacional, a legislação existente se restringe aos aspectos relativos a freqüência 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;

- Muitos estudos têm sido desenvolvidos no intuito de melhorar a interface elétrica entre os consumidores industriais que possuem cargas especiais 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 cargas e o sistema elétrico;
- 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. Cabe, desta forma, o desenvolvimento de estudos sobre o potencial poluidor de outros equipamentos eletromédicos.

Por conta dos aspectos relacionados, fica clara a necessidade do desenvolvimento de trabalhos no sentido de avaliar outras classes de consumidores, a exemplo das EAS, 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.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Silveira, M. Qualidade de Energia em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Dissertação de Mestrado. Salvador, 2002. 141p. Universidade Salvador.
- (2) Electric Power Research Institute. Power Quality and Electromagnetic Compatibility: Case Studies for the Healthcare Industry. Disponível em: <<http://www.epri.com>>. 1999.
- (3) Electric Power Research Institute. Power Quality in the Healthcare Industry. Disponível em: <<http://www.epri.com>>. 1997.
- (4) Emergency Care Research Institute. X-ray generators. In: _____. Healthcare products Comparison System - hpcs. New York: 1998.
- (5) 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.
- (6) Santana, C. J. R. Introdução. In: _____. Instalações Elétricas Hospitalares. Porto Alegre: Edipucrs, 1996.
- (7) Gouvêa, M. R., et all. Critério para Atendimento de Cargas de Raio X. In: XII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica. Recife: 1994.