

# Posse e Uso de Televisores e Harmônicos nas Redes Elétricas de Distribuição e de Transmissão

C. H. Duarte, *PPE/COPPE/UFRJ*; A. ARRUDA, *Consultor Independente* e J. C. Aguiar, *CEPEL*

**RESUMO** – Este trabalho analisa os hábitos de posse e uso de televisores no setor residencial e seus impactos na elevação do conteúdo harmônico das redes elétricas de distribuição e de transmissão em nível de rede básica. A aplicação de dispositivos de eletrônica de potência tem propiciado aumentar a eficiência energética para o consumidor final, além de possibilitar elevar a eficiência produtiva. Por outro lado, no caso dos televisores, tem possibilitado um grande incremento no número total destes aparelhos, especialmente os de maiores dimensões, como também de novos acessórios, tais como DVDs e *set-top-boxes*. Estes equipamentos drenam do sistema elétrico correntes distorcidas, que interagindo com a impedância das redes elétricas, aumentam o conteúdo harmônico de tensão e degradando a qualidade da energia.

**PALAVRAS CHAVES** – Eficiência energética, eletrônica de potência, qualidade da energia, televisores e harmônicos.

## I. INTRODUÇÃO

As necessidades crescentes do uso da energia, diante das maiores restrições ambientais e da escassez de recursos naturais, resultando no aumento dos custos para novos empreendimentos na geração adicional de energia, o que fomenta a busca contínua pela eficiência energética. A aplicação de dispositivos de eletrônica de potência tem sido utilizada com o objetivo de aumentar cada vez mais a eficiência energética de equipamentos elétricos.

Entretanto, excetuando o caso das lâmpadas compactas com reatores integrados, nota-se na literatura técnica poucos trabalhos versando sobre o tema, especialmente quando se aborda o uso desta tecnologia em cargas monofásicas de uso residencial e comercial.

Este artigo tratará a respeito dos impactos dos harmônicos nas redes elétricas de distribuição e de transmissão em virtude do uso simultâneo de televisores, incluindo seus componentes acessórios (videocassetes, DVDs, *set-top-boxes*).

## II. CONSUMO DE ELETRICIDADE DO SETOR RESIDENCIAL NO BRASIL

Em 1997, o setor residencial brasileiro consumiu cerca de 74 TWh, equivalendo a 25% do consumo total de eletricidade. Em 2005 este valor passou para aproximadamente 83 TWh ou 22% do consumo total de eletricidade. O aumento do consumo de eletricidade no setor residencial vem acompanhado de uma elevação percentual no rendimento médio deste setor, índice inserido a partir de 1984 no Balanço Energético Nacional (BEN). Enquanto o rendimento médio energético total, resultante da razão entre a energia útil e a energia final, aumentou 8 pontos percentuais, de 44% em 1983 para 52% em 1993; no setor residencial, estes valores passaram de 23% em 1983 para 36% em 1993, ou seja 13 pontos percentuais. Este incremento decorre da melhora efetiva no rendimento dos equipamentos, bem como da redução da participação de energéticos menos eficientes (lenha, carvão, etc) concomitantemente com o incremento da participação de energéticos de usos mais eficientes (GLP, gás natural, energia elétrica, etc) [1].

Conforme o BEN 1998, a elevação do rendimento médio do setor residencial no período entre 1983 e 1993, foi muito impulsionada pelo aumento de 80% no consumo de energia elétrica neste setor, num patamar em torno de 6% ao ano, além do incremento da participação de usos mais eficientes da energia, como a utilização de aparelhos eletrônicos e de sistemas de iluminação mais eficientes.

## III. ELETRÔNICA DE POTÊNCIA: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E QUALIDADE DA ENERGIA.

O contínuo aumento das necessidades de um maior uso de energia em contraste com a limitação dos recursos naturais, além das maiores pressões ambientais, têm provocado uma elevação dos custos para geração adicional de energia. Neste contexto, a eficiência energética pode atuar como alternativa à geração adicional de energia, apresentando ainda as vantagens de em geral ser menos onerosa, permitir a sua implementação de forma modular, possibilitar a diminuição dos custos da energia para o consumidor final e redução das externalidades ambientais, minimizar a probabilidade de falta de energia (segurança), aumentar a confiabilidade do sistema e adiar a necessidade de grandes investimentos na geração, distribuição e transmissão de energia [2,3].

---

Este trabalho é em parte financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

C. H. Duarte é Doutorando do Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, BR (e-mail: chduarte@ppe.ufrj.br).

A. Arruda é Consultor Independente, São Paulo, BR (email: arruda.qee@gmail.com)

J. C. Aguiar é Pesquisador do CEPEL, Rio de Janeiro, BR (e-mail: jcarlos@cepel.br).

A eletrônica de potência tem sido muito utilizada como forma de prover uma maior eficiência energética. Tornou-se, pois, comum nas residências o uso cada vez mais acentuado de dispositivos baseados na eletrônica de potência, cabendo citar as lâmpadas incandescentes dimerizadas ou as fluorescentes com reator eletrônico, microcomputadores, impressoras, videocassetes, DVDs, videogames, carregadores de celular, secretária eletrônica, telefones sem fio, microondas, televisores e até geladeiras, máquinas de lavar roupa e condicionadores de ar com dispositivos eletrônicos.

Estas cargas eletrônicas com características não lineares propiciam aumentar a eficiência energética dos equipamentos elétricos, mas necessitam de uma energia de melhor qualidade. Por outro lado, provocam a degradação da qualidade da energia, haja vista drenarem do sistema elétrico correntes distorcidas, que interagindo com a rede elétrica, provocam o aumento da distorção harmônica de tensão, degradando a qualidade da tensão de alimentação.

A qualidade de energia elétrica vem adquirindo cada vez mais uma maior relevância, em virtude da substituição de sistemas eletromecânicos, insensíveis a interrupções de segundos, por sistemas eletroeletrônicos, sensíveis a oscilações de milissegundos. Esta mudança tem contribuído para um aumento da produtividade industrial pelo uso mais eficiente da energia elétrica, como forma de competir na economia globalizada, mas também é mais exigente quanto aos requisitos de Qualidade da Energia Elétrica (QEE) [4],[5].

Na maioria das vezes o sistema elétrico não é afetado pela distorção harmônica das cargas por serem estas de pequena potência. Entretanto, a aplicação massiva destas pequenas cargas drenando do sistema elétrico correntes distorcidas, interagindo com a impedância da rede elétrica, podem provocar alterações na forma de onda senoidal das tensões de suprimento.

Assim, a elevada quantidade destes equipamentos na rede elétrica pode ter um menor ou maior efeito sobre o sistema elétrico, se considerados os seguintes aspectos [6]:

- fator de saturação ( $K_{sa}$ ) – razão entre a quantidade de consumidores que possuem o equipamento e a quantidade total de consumidores ligados ao sistema;
- fator de simultaneidade ( $K_v$ ) – razão entre a quantidade de consumidores com aparelhos em funcionamento num dado horário e a quantidade de consumidores que possuem este aparelho;
- fator de dispersão ( $K_d$ ) – razão entre a soma vetorial e a soma algébrica das correntes harmônicas de uma dada ordem, geradas pelos equipamentos existentes.

Em consequência, a corrente harmônica injetada numa dada barra do sistema elétrico pode ser determinada pela seguinte equação:

$$I_{hr} = K_{sa} \cdot K_d \cdot K_v \cdot N \cdot I_h \quad (1)$$

onde

$h$  – ordem harmônica;

$I_{hr}$  – corrente total da operação de uma determinada quantidade de equipamentos;

$I_h$  – corrente harmônica gerada por um único equipamento;

$N$  – quantidade de consumidores alimentados pela barra em análise.

Em um levantamento experimental no sistema de distribuição de energia elétrica de Belém para consumidores com baixo, médio e alto padrão de renda, verificou-se que apesar de todos estes gerarem mais significativamente a 3<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> harmônicas, a intensidade e frequência de ocorrência são diferentes. O consumidor de alta renda, que tem um alto valor de corrente fundamental  $rms$ , gera estas harmônicas em níveis mais elevados [7]. Infere-se que o consumidor de mais alta renda tenha não somente mais equipamentos, mas também que as potências individuais destes equipamentos sejam maiores.

Há que se considerar ainda que estas cargas não-lineares residenciais apresentam um comportamento de “fontes harmônicas de tensão”, haja vista se constituírem essencialmente por aparelhos eletroeletrônicos possuindo na entrada um retificador monofásico com filtro capacitivo, que por não ser ideal, possui uma certa impedância série. Neste caso, o uso de compensadores ou filtros em derivação tem uma eficácia muito menor para atenuar os harmônicos destas cargas se comparada à atenuação que ocorre para uma carga não-linear do tipo fonte de corrente, como é o caso da geladeira [8],[9]

#### IV. POSSE E USO DE TELEVISORES

Sob a coordenação da Eletrobrás/PROCEL foram realizadas em 1997 e 2004/2005, Pesquisas de Posse e de Hábitos de Uso de Eletrodomésticos (PPH) que são utilizados por consumidores residenciais [10]. Estas pesquisas foram realizadas em diversas Unidades da Federação, por meio de entrevistas num trabalho de campo, de forma que o plano amostral permita identificar e priorizar as medidas de conservação de energia elétrica no setor residencial, que é responsável por cerca de ¼ do consumo de energia elétrica total do país.

Analisando-se ao longo do tempo os principais usos, mesmo diante de uma maior preponderância de equipamentos relacionados à refrigeração (geladeira/freezer), ao aquecimento de água (chuveiro elétrico), ao condicionamento ambiental (ar condicionado) e iluminação; o percentual do grupo “Outros” (eletroeletrônicos, fornos microondas, máquina e lavar roupa, ferro elétrico) tornou-se consideravelmente expressivo, cabendo uma especial atenção para os equipamentos eletroeletrônicos que se utilizam da eletrônica de potência, tais como televisores, videocassetes (VCRs), DVDs, *set-top-boxes*, etc.

De forma a se avaliar os impactos dos harmônicos causados pelo uso simultâneo de televisores, bem como de seus equipamentos acessórios (VCRs, DVDs, *set-top-boxes*), serão comparadas, em dois instantes do tempo, 1997 e 2005, as Pesquisas de Posse e de Hábitos de Uso de Eletrodomésticos focando nestes aparelhos.

Para se chegar às quantidades absolutas serão utilizadas as bases de dados relativas à população das pesquisas de amostragem do IBGE e o índice de penetração dos equipamentos. O índice de penetração é dado pela razão entre a quantidade total de cada equipamento e o número de questionários da amostra pesquisada. O tamanho da amostra é tal que garante um erro máximo de 1,5% para um intervalo de confiança de 95%.

A Tabela 1 mostra o índice de penetração de televisores, VCRs, DVDs e *set-top-boxes*, obtido por meio dos dados da PPH 1997-2005.

Tabela 1. Índice de Penetração em 1997-2005.

Ano	TV	VCR	DVD	<i>Set-top-boxes</i>
1997	1,39	0,39	-	-
2005	1,43	0,31	0,25	0,17

Pode-se observar pela Tabela 1, para o período considerado, que ocorreu um aumento no índice de penetração de televisores e uma diminuição no de VCRs, mas uma inserção considerável tanto do DVDs quanto dos *set-top-boxes*. Entretanto, a redução na participação do VCR é mais que compensada pela inserção do DVD, sendo que ambos são utilizados para reprodução e/ou gravação de vídeo. Dessa forma, o índice de penetração conjunta destes aparelhos é bem superior em 2005 à situação em 1997.

Em seguida, a Tabela 2 apresenta os aparelhos de televisão com maior percentual de participação, nos dois instantes de tempo, conforme dados da PPH 1997-2005.

Tabela 2. Percentual de Participação de Televisores.

Polegada/Ano	1997	2005
14"	34,8%	21,5%
20"	46,8%	36,9%
21"	1,8%	17,1%
29"	3,8%	18,5%

Conforme se observa na Tabela 2, o televisor de 20" é o que apresentava uma maior participação percentual (46,8%) em 1995, seguido pelo televisor de 14" com um percentual de 34,8%. Os aparelhos de 21" e 29" tinham uma participação muito pequena em 1995. Em 2005, apesar dos televisores de 20" e 14" manterem-se com os maiores percentuais, estes equipamentos tiveram sua participação reduzida para, respectivamente, 36,9% e 21,5%. Além disso, o televisor de 21" aumentou sua participação de 1,8% para 17,1% e o televisor de 29" apresentou um aumento na sua participação de 3,8% para 18,5%. Assim, a participação dos televisores de 14" e 20" diminuiu de 81,6% para 60,38%, ao passo que a dos televisores de 21" e 29" se elevou de 5,60% para 35,6%.

No que se refere às estimativas do aumento das quantidades de *set-top-boxes*, serão utilizadas as informações da Associação Brasileira de Tv por Assinatura (ABTA) *apud* PANDELÓ. A Fig. 1 apresenta a evolução em milhares de assinantes de Tv por assinatura desde 1993 a 2001 [11].

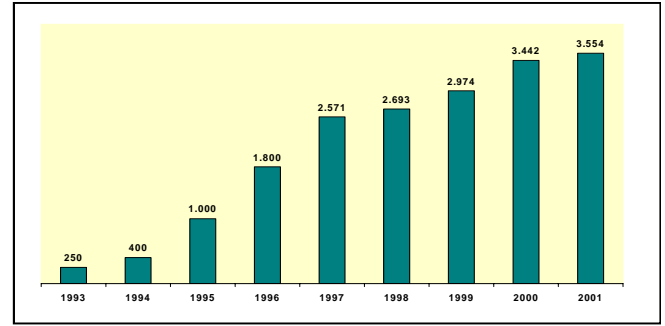


Figura 1. Evolução do Número em Milhares de Assinantes de Tv por Assinatura.

Em adição aos *set-top-boxes* utilizados para Tv por assinatura, cabe considerar ainda que estes números estão bastante subestimados, haja vista a existência de milhares de *set-top-boxes* utilizados em antenas parabólicas para recepção por meio de canal aberto.

Utilizando-se o índice de penetração dos equipamentos supracitados e a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), para os anos de 1977 e 2005, obtém-se o número total de equipamentos. Enquanto a PNAD/1997 relata a existência de 40.644.623 domicílios, a PNAD/2005 informa a existência de 53.052.621 domicílios [12]. Dessa forma, obtém-se a Tabela 3 com as quantidades totais em milhares de equipamentos.

Tabela 3. Quantidade em Milhares de Equipamentos.

Ano	TV	VCR	DVD	<i>Set-top-boxes</i>
1997	46.463	15.851	-	-
2005	75.865	16.446	13.263	9.019

Observa-se na Tabela 3 que houve um grande aumento na quantidade de televisores e apenas uma ligeira elevação do total de VCRs. Entretanto, as quantidades de DVDs já são próximas às de videocassetes em 2005, cabendo também citar uma considerável elevação nas quantidades de *set-top-boxes*. De acordo com a Equação (1), essa elevação no número de aparelhos operando simultaneamente, acarretará numa maior injeção harmônica numa dada barra do sistema que, por sua vez, interagindo com a impedância das redes elétrica, aumentará o conteúdo harmônico das tensões de suprimento, resultando numa maior degradação da qualidade da energia.

## VI. TELEVISORES E HARMÔNICOS

Haja vista os televisores por aparelhos com elevado índice de penetração e alto grau de utilização simultânea, além de possuírem um cancelamento harmônico muito pequeno, por apresentarem uma pequena dispersão dos ângulos de fase das correntes harmônicas de ordens mais baixas, se tornam, dentre as cargas eletrodomésticas não lineares, as que mais contribuem para o aumento dos níveis de distorção harmônica nas redes elétricas. [13].

A Tabela 4 mostra as distorções totais de televisores com diagonal de 14 e 20 polegadas para diferentes fabricantes [13].

Tabela 4. Distorção Harmônica de Televisores.

Item	Fabricante	Diagonal	DHT (%)	
			V	I
1	Fabricante 1 – Tipo 1	14	1,07	111,63
2	Fabricante 2 – Tipo 1	14	2,98	103,29
3	Fabricante 3 – Tipo 1	14	3,03	95,96
4	Fabricante 4 – Tipo 1	20	2,90	103,00
5	Fabricante 5 – Tipo 1	20	1,69	136,17

Conforme a Tabela 1, os televisores apresentam altos valores percentuais de distorção total harmônica de corrente. A Figura 2 apresenta o espectro com os valores médios da amplitude percentual dos harmônicos de corrente para os aparelhos da amostra [13].

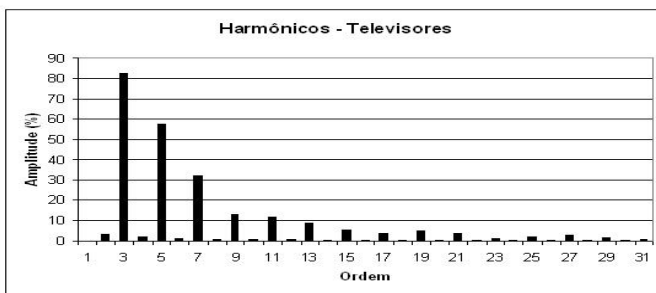


Figura 2. Espectro Harmônico de Televisores.

Apesar da amplitude da corrente harmônica de terceira ordem (I3) gerada pelo televisor ser maior que a componente de quinta ordem (I5), o principal efeito da componente I3 está associado à sobrecarga dos condutores de aterramento, enquanto que a componente I5 tende a se propagar pela rede elétrica.

Como forma de analisar o comportamento nas redes elétricas devido à operação simultânea de televisores foram efetuadas medições de tensões e correntes, no nível de 13,8 kV de uma subestação predominantemente residencial da CEMIG, durante os jogos do Brasil na Copa do Mundo de 1994, situação em que praticamente todos os televisores do País estavam ligados [14]

O aumento dos níveis de harmônicos nas redes elétricas durante a realização de jogos da copa do mundo de futebol já foi constatado em várias medições realizadas no Brasil. As medições realizadas, por exemplo, pela CEMIG em sua rede primária de distribuição (13,8 kV) durante a Copa de 1994, indicaram que o nível medido diário da corrente harmônica de quinta ordem (300 Hz) praticamente dobrava nos dias dos jogos da seleção brasileira.

Os problemas de sobrecarga que resultaram na necessidade de se aumentar o *rating* dos filtros de harmônicos instalados na subestação conversora SE Ibiúna de FURNAS confirmam que vem ocorrendo um aumento dos níveis de harmônicos em circulação no sistema elétrico brasileiro. O sistema de corrente contínua de FURNAS foi projetado de tal forma que a presença de apenas um filtro de 3°/5° harmônicos seria capaz de garantir a qualidade de sua operação, ficando o segundo

como redundância para situações de manutenção preventiva ou indisponibilidade de um dos filtros. No entanto, ao longo dos últimos anos foram registrados eventos com elevados índices de distorção de 5° harmônico em Ibiúna, inclusive na situação em que o sistema de corrente contínua se encontrava fora de operação. Estas ocorrências impuseram a adoção de restrições operativas na Rede Básica, para evitar que o desligamento indevido dos filtros provocasse a redução da potência transmitida no sistema CC/AC [15].

Durante a realização da Copa do Mundo de Futebol de 2006 foram realizadas medições em linhas de alta tensão (345 kV) de um corredor de transmissão da Rede Básica, suprido pela SE Ibiúna de FURNAS, com o objetivo de se avaliar o comportamento da circulação de harmônicos neste corredor que supre a cidade de São Paulo.

Os resultados obtidos nestas medições são apresentados nas Figuras 3 a 7 onde são mostradas comparações dos gráficos de tendência da corrente harmônica de 5ª ordem (I5) medida nos dias dos jogos da seleção brasileira, com os gráficos de tendência da mesma corrente medida no mesmo dia da semana sem jogo.

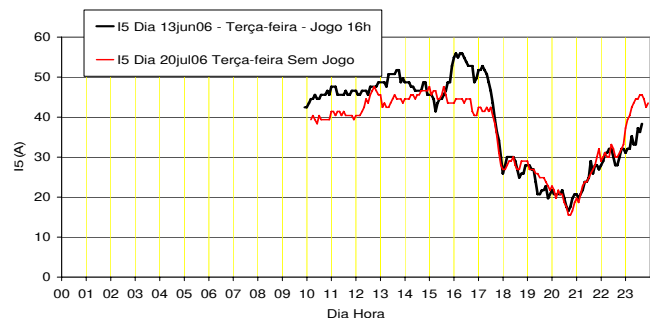


Figura 3. I5 – Dia 13/06/2007 – Terça-feira.

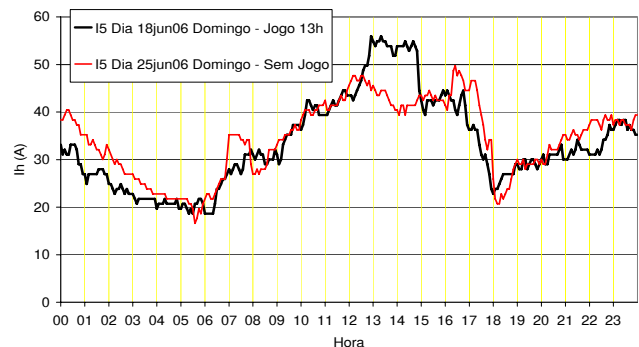


Figura 4. I5 – Dia 18/06/2007 – Terça-feira.

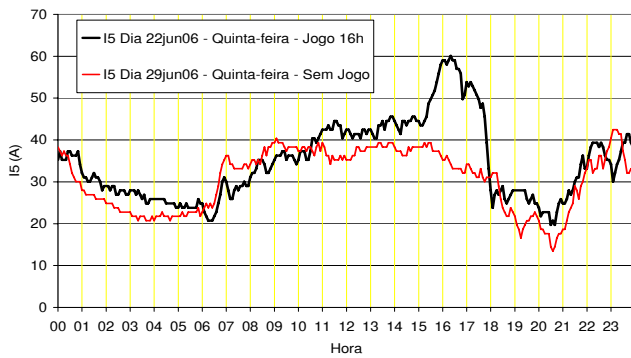


Figura 5. I5 – Dia 22/06/2007 – Quinta-feira.

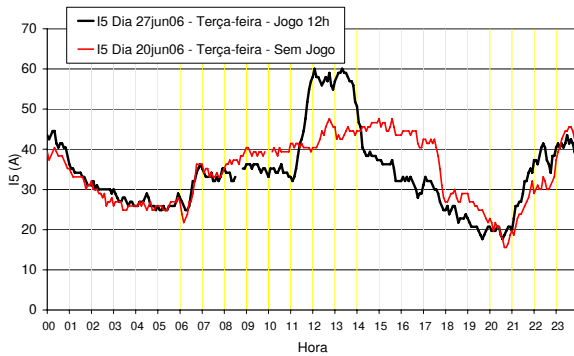


Figura 6 – I5 – Dia 27/06/2007 – Terça-Feira

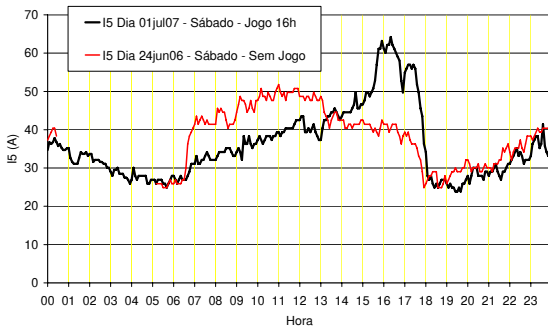


Figura 7 – I5 – Dia 01/07/2007 – Sábado

Conforme pode ser observado nas figuras anteriores, até nas linhas da Rede Básica foi possível constatar um aumento significativo da corrente harmônica I5 durante a realização dos jogos da seleção brasileira, a exemplo do constatado na rede primária de distribuição nas medições realizadas pela CEMIG em 1994.

Para quantificar o aumento no nível de I5 constatado na Rede Básica, foram determinados os valores de I5 que foram superados em apenas 5% do total de registros obtidos no dia (I5 95%). A Figura 8 apresenta a comparação dos valores de I5 95% apurados para os dias da semana com e sem jogos da seleção brasileira.

No caso das medições realizadas na Rede Básica, os níveis de I5 95% verificados nos dias dos jogos da seleção brasileira, superaram em até 37% o valor correspondente que ocorre em dias sem jogo.

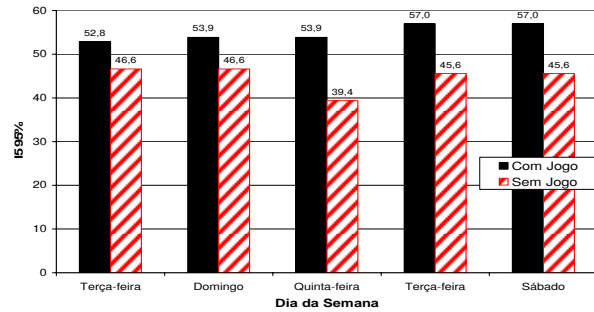


Figura 8. – I5 95%

A comparação dos resultados obtidos nas duas medições, Rede Básica em 2006 e CEMIG em 1994, não permitem uma avaliação de como o aumento dos aparelhos de TV instalados afetou os valores medidos, em função da grande diferença entre os sistemas monitorados nas duas oportunidades.

O aumento de I5 constatado nas medições de 2006 comprova o grande impacto que as cargas da baixa tensão podem ter nos níveis de harmônicos que circulam e geram perdas na Rede Básica, demonstrando a importância de se adotar medidas que objetivem controlar os níveis de injeção de harmônicos das cargas de uso doméstico.

## V. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Em função do exposto, este trabalho procurou apresentar a importância da implementação das medidas que visem limitar a injeção de harmônicos produzidos por milhares de equipamentos de uso residencial que utilizam dispositivos de eletrônica de potência, cabendo uma especial atenção para o caso dos televisores, por constituírem-se, dentre os eletrodomésticos, num dos aparelhos de maior grau de penetração e alto índice de utilização simultânea, além de apresentarem um cancelamento harmônico muito pequeno.

Cabe comentar também um aumento bastante expressivo nas quantidades DVDs e *set-top-boxes*, utilizados como acessórios ao uso da televisão e que também geram altos conteúdos harmônicos.

O alto grau de penetração, associado ao elevado índice de utilização, mais a utilização conjugada com VCRs, DVDs e *set-top-boxes*, drenando percentualmente expressivas correntes distorcidas do sistema elétrico, torna os televisores o eletrodoméstico de maior importância na geração harmônica proveniente das redes residenciais.

Foi mostrado também que um maior uso da eletricidade, em detrimento de outras fontes menos eficientes, tem propiciado um maior aumento percentual no rendimento médio energético no setor residencial quando comparado ao rendimento médio energético total.

O uso de dispositivos de eletrônica tem possibilitado não somente o aumento da eficiência energética final dos equipamentos eletrodomésticos, mas também da eficiência produtiva destes aparelhos. No caso dos televisores, entre 1997 e 2005, houve uma considerável elevação nos aparelhos de 21" e 29" ao mesmo tempo em que ocorreu uma redução nos de 14" e 20". O grande incremento nas quantidades de televisores e seus acessórios (VCRs, DVDs e *set-top-boxes*),



entre 1997 e 2005, agravado por uma maior participação percentual de televisores de maiores dimensões, com maiores potências nominais, tem provocado ocorrências danosas à operação do Sistema Interligado Nacional (SIN), inclusive na rede básica..

Por fim cabe frisar que conforme consulta à Eletrobrás e ao INMETRO, verificou-se que se encontram em curso medidas para a apresentação de uma norma quanto aos requisitos mínimos de eficiência energética de televisores. Entretanto, não há um horizonte quanto a normas limitando a distorção harmônica gerada por estes aparelhos, bem como de *set-top-boxes* e microcomputadores. Há que se considerar que estes equipamentos, que têm se disseminado nas residências, apresentam uma potência nominal considerável e são utilizados por longos períodos, além atuarem no modo *stand-by*.

## VI. REFERENCES

- [1] BEN – Balanço Energético Nacional 2006.
- [2] JANUZZI, G. M. e SWISHER, J.N.P. “Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: Meio Ambiente, Conservação de Energia e Fontes Renováveis”, São Paulo: Editora Autores Associados, 1997, 246p.
- [3] JANUZZI, G. M. “Aumentando A Eficiência Nos Usos Finais de Energia no Brasil”. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/unicamp-20anos.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2006.
- [4] G. LIMA, A. G. e ROSS, R. P. D. Qualidade de Energia Elétrica. Revista Eletroevolução, Out. de 1996, pp 71-74.
- [5] ROSS, R. P. D.; G. LIMA, A. G.; LOURENÇO, P. M.; GUARINI., A. P.; MELLO, A. J. C. M.; FERRO, F.; RONCOLATO, R.. “Qualidade de Energia/Potência Elétrica: Novo enfoque para antigos problemas”, publicado em 1995 no Décimo Terceiro Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (XIII SNPTEE), FL/GSI/15.
- [6] DE VRÉ, R. “Limitation of Harmonics due to household and similar low-voltage equipment”, publicado em 1994 no International Conference on Harmonics in Power System.
- [7] BEZERRA, U. H.; TOSTES, M. E. L.; ARAÚJO, A. C. S.; GARCEZ, J. N.; MESQUITA, J. E.; TUPIASSÚ, ARMANDO A. Harmônicos Gerados por Consumidores em Baixa Tensão da Rede Metropolitana de Distribuição de Energia de Belém (PA) [Online]. Disponível em: <http://www.ufpa.br/nesc/publicacoes.htm>. Acesso em: 03 out. 2006.
- [8] POMÍLIO, J. A.; DECKMANN, S. M.; MERTENS, E. A.; DIAS, L. F. S.; AOKI, A. R.; TEIXEIRA, M. D.e GARCIA, F. R. “Caracterização e Modelagem de Cargas Típicas de Redes Secundárias com Consumidores Domésticos e Residenciais”, publicado em 2005 no Sexto Seminário Brasileiro de Qualidade de Energia Elétrica, BEL 01 7588.
- [9] DECKMANN, S.M.; POMÍLIO, J. A.; MERTENS, E. A.; DIAS, L. F. S.; AOKI, A. R.; TEIXEIRA, M. D e GARCIA, F. R. “Compensação Capacitiva em Redes de Baixa Tensão com Consumidores Domésticos: Impactos no Nível de Tensão e na Distorção Harmônica”, publicado em 2005 no Sexto Seminário Brasileiro de Qualidade da Energia Elétrica, BEL 01 7595.
- [10] PUC-Rio; ECOLUZ. “Pesquisa de posse de eletrodomésticos e hábitos de uso (PPH-1997/2005): segmento residencial BT”. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2006.
- [11] PANDELÓ, J.C.. Análise do Mercado de TV Paga Via Satélite: Tecsat. Disponível em: [http://www.univap.br/biblioteca/hp\\_julho\\_2002/Monografia%20Revisada%20julho%202002/04.pdf](http://www.univap.br/biblioteca/hp_julho_2002/Monografia%20Revisada%20julho%202002/04.pdf). Acesso em: 03 mar. 2007.
- [12] PNAD – Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios 2005. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 14/03/2007.
- [13] LOSADA y GONZALEZ, M.; PIRES, I.A. e SILVA, SELENIO ROCHA. “Medições de Correntes Harmônicas em Aparelhos Eletrodomésticos”. Revista Eletricidade Moderna, nº 382, pp 110-123, jan. 2006.
- [14] Rocha, A.C.O.; MELLO, C.A. e GOMES, H.N. “Harmônicos Causados pela operação simultânea de televisores”. Revista Eletricidade Moderna, nº 277, pp. 234-242, abr.1997.
- [15] FARIAS, A. L.; ARENTZ, D.S. e CASTELLANO, U. F. “Sobrecarga Harmônica e Implantação de Sistema de Monitoramento e Alarme nas Subestações de Ibiúna e Foz do Iguçu de Furnas. Apresentado no Sexto Seminário Brasileiro sobre Qualidade da Energia Elétrica (VI SBQEE), Sergipe, Brasil, 2003.

## VII. BIOGRAFIA



**Carlos Henrique** nasceu no Rio de Janeiro, Brasil, em 01 de abril de 1970. Gradou-se em Engenharia Elétrica/Eletrotécnica pela Escola de Engenharia da UFRJ. Realizou especialização em Sistema de Telecomunicações na COPPE/UFRJ em 1999, concluiu mestrado em Engenharia Elétrica com ênfase em Fotônica na UFPE em 2003 e atualmente cursa doutorado no Programa de Planejamento Energético da COPPE abordando os Impactos da Eficiência Energética Sobre a Qualidade da Energia no que se refere à propagação de harmônicos oriundos das redes elétricas residenciais.

Sua experiência profissional inclui, como oficial da Força Aérea Brasileira, gerência de grandes equipes de engenharia, na Força, atuando em manutenção, instalação, projetos, elaboração de especificações técnicas e comissionamento nas áreas de engenharia elétrica (eletrotécnica/telecomunicações), infraestrutura (incluindo logística e suprimentos), sistemas de refrigeração ambiental e aquecimento de água. Também trabalhou em multinacional do setor de telecomunicações via satélite e atualmente presta consultoria para o Programa das Nações Para o Desenvolvimento por meio da Eletrobrás (PNUD/Eletrobrás).

**Antonio A. C. Arruda** nasceu em São Paulo, Brasil, em 29 de julho de 1956. Ele é Engenheiro Eletricista formado pela Escola de Engenharia Mauá em 1979.



Ele trabalhou durante 25 anos em empresas de energia elétrica do Sistema Elétrico Brasileiro (Eletropaulo, EPTE e CTEEP) onde desenvolveu estudos e medições para o controle da qualidade da tensão de suprimento. Participou também da elaboração do módulo de qualidade dos Procedimentos de Rede do ONS.



**João Carlos Aguiar** nasceu no Rio de Janeiro, Brasil, em 1959. É Engenheiro Eletrônico formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ - em 1982. Possui mestrado em Engenharia Elétrica pela COPPE – UFRJ concluído em 1996, com o tema de redes neurais aplicadas ao reconhecimento de cargas elétricas residenciais.

Trabalhou na área de instrumentação nuclear até 1986 e desde então está envolvido em atividades de conservação de energia elétrica no Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, onde é pesquisador sênior. Atualmente coordena o Centro de Aplicação de Tecnologias Eficientes – CATE.