



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

GCE 05

14 a 17 Outubro de 2007  
Rio de Janeiro - RJ

## **GRUPO XIV**

### **GRUPO DE ESTUDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

#### **CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE APARELHOS AUDIOVISUAIS NO MODO DE ESPERA – ESTUDO DO CASO DE “SET TOP BOXES”**

**João Carlos Aguiar<sup>1</sup>**

**Mária Quintaes Fasura Balthazar<sup>1</sup>**

**Hamilton Pollis<sup>2</sup>**

**1 - CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA  
2 – ELETROBRÁS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A.**

## **RESUMO**

O aumento do uso de equipamentos em modo de espera em residências é muito comum atualmente. Porém esta facilidade pode tornar-se um problema nos programas de eficiência energética dos países em geral. No Brasil, o Programa Nacional de Conservação de Energia – PROCEL, já está estabelecido em vários segmentos do mercado, promovendo a etiquetagem de equipamentos tais como refrigeradores, condicionadores de ar, motores elétricos e lâmpadas, entre outros. Está também iniciando o processo de etiquetagem de televisores no modo de espera, incluindo gradativamente os vários tipos de tecnologias. Porém, com a implantação da TV digital nos próximos anos, haverá como consequência o aparecimento de um novo produto chamado de Conversor de TV Digital (*set top box* - STB). Este fará a recepção do sinal de TV digital, seleção dos canais e conversão do sinal para uso em televisores convencionais, compatíveis com a TV analógica atual, e estará na maioria das residências. O presente trabalho apresenta o levantamento preliminar do estado atual do uso de Conversores de TV Digital (*set top box*) no mundo e o impacto no programa de conservação de energia elétrica brasileiro.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Conservação de Energia, TV digital, *set top box*

### **1.0 - INTRODUÇÃO**

O Brasil, em novembro de 2003, instituiu o Projeto do Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTDV), com a criação de comitês de estudo para subsidiar a decisão do modelo a ser adotado no Brasil.

Atualmente no mundo existem três sistemas de TV Digital: o americano (ATSC), o europeu (DVB-T) e o japonês (ISDB-T). Em junho de 2006 o Brasil adotou, através do decreto 5.820, o padrão japonês. Segundo os defensores desta tecnologia, o sistema ISDB-T escolhido tem como vantagem a robustez, a mobilidade e a portabilidade.

#### **1.1 TV Digital aberta (terrestre):**

A tecnologia digital proporciona transmitir som e imagem de melhor qualidade com a possibilidade de uso da TV de alta definição (HDTV). Sua transmissão proporciona a existência de mais canais de TV na mesma faixa de frequência de um canal de TV analógico. Outra vantagem é a de acrescentar funções, tais como: acesso a informações adicionais, por exemplo o menu de programação, e a interação do usuário com a emissora via um canal de retorno (como a linha telefônica), por exemplo, para realizar compras.

<sup>(1)</sup> Av. Horácio Macedo, 354 – sala 136 – Cidade Universitária – CEP 21941-911 Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
Tel: (+55 21) 2598-6142 – Fax: (+55 21) 2598-6298 – Email: jocarlos@cepel.br

## 1.2 Receptores de TV e o cronograma de implantação da TV digital:

Com a implantação da TV digital, o usuário poderá continuar a receber a programação de TV aberta utilizando a sua TV analógica até a data de 29 de junho de 2016, quando a simultaneidade das transmissões analógica e digital cessará, ocorrendo somente a transmissão digital.

Para que o usuário tenha acesso ao novo tipo de transmissão, ele poderá adquirir um conversor (STB) que converterá o sinal digital para o formato de áudio e vídeo da TV analógica, ou adquirir uma TV que já incorpore o conversor.

Em outubro de 2006, a portaria MC 652 definiu as etapas a serem cumpridas pelas emissoras de TV analógica para a implantação da TV digital no Brasil, e em dezembro de 2006 foi divulgado o cronograma de implantação, informando que a transmissão digital começará na cidade de São Paulo com previsão para dezembro de 2007. Nas demais capitais a previsão é para dezembro de 2009.

## 2.0 - “SET TOP BOXES”

A partir da definição do padrão e do cronograma de implantação da TV digital, optou-se por priorizar, no âmbito do projeto de pesquisa do Cepel nesta área, os estudos sobre o consumo em modo de espera dos conversores a serem adotados, conhecidos também como “set top boxes” ou simplesmente pela sigla STB.

Estes equipamentos têm a finalidade de adaptar o sinal de TV de conteúdo digital compatibilizando-o com os televisores analógicos atualmente utilizados no mercado. O equipamento de conversão é de grande importância na fase de transição de um mercado de 100% de televisores analógicos para o de TVs digitais. Hoje existem cerca de 73 milhões de televisores no Brasil (1) que não poderão ser sucateados num curto período de tempo. Imagina-se um cenário de vários anos de transição em que televisores digitais irão substituir gradualmente os existentes, e estes últimos irão operar com o auxílio dos STBs durante boa parte de sua vida útil. Na Figura 1 vemos modelos típicos de STBs utilizados nos locais em que a TV digital foi implantada.



FIGURA 1 – Modelos de STBs de diversos fabricantes

A tecnologia eletrônica empregada nos STBs segue padrões semelhantes aos de diversos equipamentos atualmente em uso em residências, pelo menos no que se refere às fontes de alimentação. Isto remete aos mesmos aspectos preocupantes no sentido do uso da energia em residências, pelo consumo significativo em modo de espera (*standby*).

O que pode influenciar no consumo dos STBs na condição de modo de espera é a necessidade desses dispositivos de manterem a conectividade com a rede para não afetar o seu desempenho, tal como a atualização

do mapa de canais ou outros dados transferidos dos operadores de sistemas associados. Essas e outras funções podem variar com modelos que vão do mais simples (modelo básico) ao mais avançado. O modelo básico (2) somente faria a decodificação necessária da tecnologia digital para a analógica. O modelo intermediário poderia incluir uma conexão para dispositivos externos, além da TV, e numa versão superior poderia ser acrescido um canal de retorno para interatividade através de modem baseado em rede telefônica fixa (2). Nos modelos avançados, além da interatividade, acrescenta-se a decodificação de vídeo de alta resolução (2).

Como este produto estará no mercado brasileiro a partir dos próximos meses, espera-se que avanços tecnológicos permitam que os STBs venham a operar em “modo de espera” sem perda de qualquer funcionalidade, em conjunto com um melhor desempenho nesta condição.

## 2.1 Modo de espera

A definição do “modo de espera” (*standby*) pode ser entendida como apresentada na FIGURA 2. Porém num conceito mais amplo temos também como modo de baixo consumo (3) o modo “dormindo” ou “pronto para operar” (*sleep*).

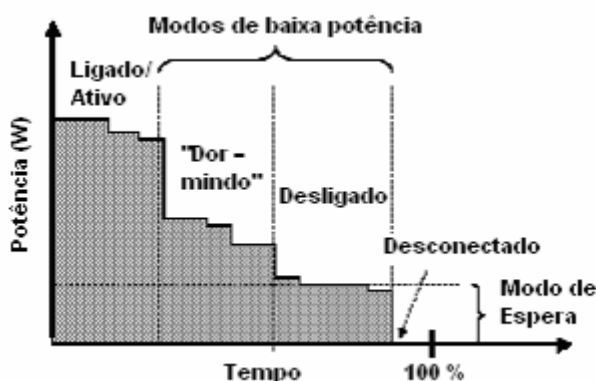


FIGURA 2 – Definição dos modos de operação de equipamentos eletrônicos

A experiência internacional tem mostrado que é significativo o uso de energia em modo de espera em residências, mas ainda não se tem a visão completa do problema, pelas rápidas mudanças que ocorrem no mercado e pelo pequeno número de levantamentos com medições existentes. Na Tabela 1 (4) é apresentado um resumo dos dados já obtidos em diferentes países, mas a referência aponta que pode haver erros de até 50% nestes valores, para mais ou para menos.

TABELA 1– Estimativa internacional das perdas pela operação de equipamentos residenciais em modo de espera

	OECD <sup>1</sup>	Estados Unidos	Japão	Alemanha	França	Holanda	Austrália
Parcela do uso residencial de energia elétrica	5-10%	5%	12%	10%	7%	10%	13%
Watts por residência	50-100	50	60	44	38	37	60
Consumo estimado nacional (TWh/ano)		45		14			
Emissão total de CO <sub>2</sub> (Mt/ano)		27		7			

O modo de espera é encontrado em alguns STBs, tais como conversores digitais de TV a cabo e a satélite, que têm a necessidade de estarem aptos para operação sem perda de seu desempenho no momento imediato ao serem ligados.

A Figura 3 apresenta a comparação do consumo entre STBs para TV a cabo e para TV a satélite.

<sup>1</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development

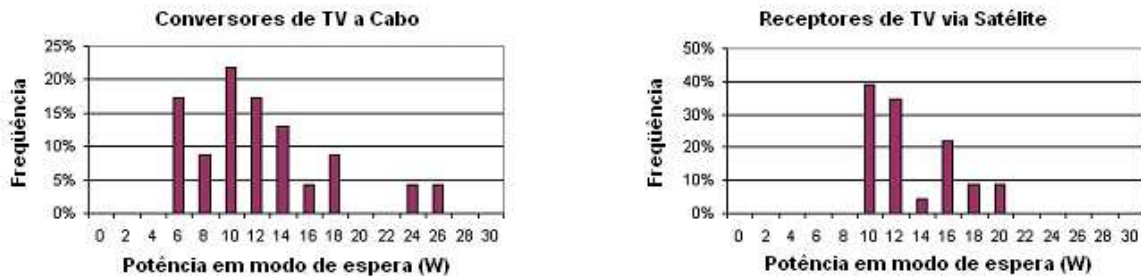


FIGURA 3 – Comparação do consumo entre STBs para TV a cabo e para TV a satélite.

A potência média de alguns STBs é apresentada na Tabela 2 (5).

TABELA 2 – Potência média de alguns tipos de STBs.

Modo de operação	“Cable box”	“Internet Terminals”	“Satellite Receivers”
Ativo (watts)	12,4	13,8	12,9
Espera (watts)	11,4	10,6	12,3

Como se pode observar na Figura 3, há um maior espalhamento de valores no caso dos conversores a cabo. Já na Tabela 2 observa-se pequena diferença de consumo entre os modos de operação (ativo e espera) para os modelos estudados em (5).

## 2.2 Levantamento do consumo dos STB vendidos atualmente no mundo

No levantamento feito junto ao mercado internacional de STBs terrestres foram identificadas grandes variações de potência no modo espera, podendo estar acima de 10 watts. Outra observação é que em alguns casos há pouca diferença do consumo declarado no “modo de espera” e no “modo de operação”, e o preço e a potência consumida variam em função do tipo de facilidades oferecidas, tais como gravação em disco, áudio integrado, etc. A Figura 4 apresenta alguns dos produtos oferecidos no mercado Internacional e a respectiva potência declarada pelo fabricante no “modo de espera”.

A partir destes dados, podemos estimar o consumo anual no “modo ativo” e no “modo de espera” para alguns dos STBs considerados na Figura 4. Esta estimativa é apresentada na Figura 5.

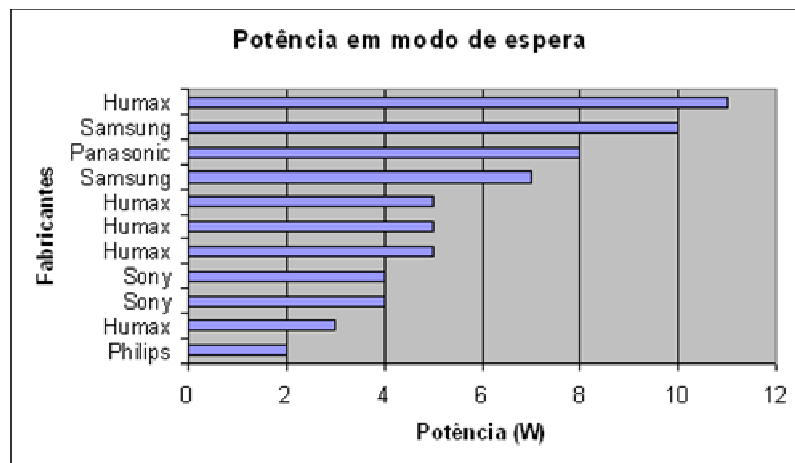


FIGURA 4 – STBs terrestres oferecidos no mercado Internacional e a respectiva potência declarada pelo fabricante no “modo de espera”.

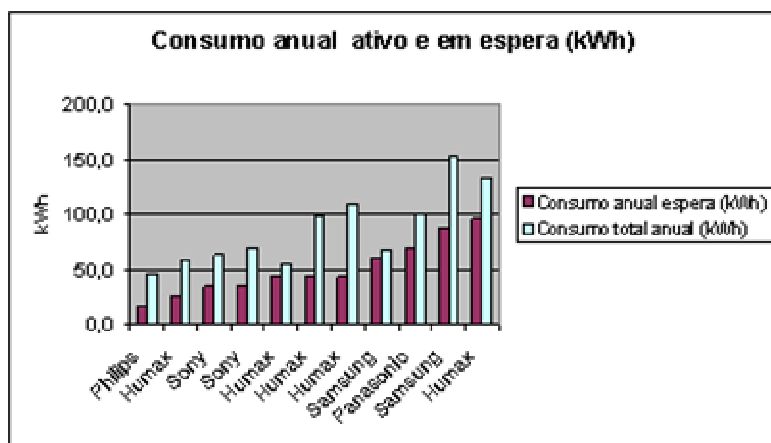


FIGURA 5 – Estimativa do consumo anual no “modo ativo” e no “modo de espera” para alguns dos STBs terrestres.

### 2.3 Comparação com outros eletrônicos

Alguns países como a França, Japão, Austrália, Reino Unido e Nova Zelândia conduziram estudos de campo fazendo o levantamento do consumo em modo de espera de equipamentos instalados em residências. Um dos maiores estudos neste sentido foi obtido na França, onde foram monitoradas 178 residências distribuídas em todo o país. O resultado obtido para alguns dos equipamentos medidos é apresentado na Tabela 3. Observa-se que em vários equipamentos a potência média pode ser maior que 10 watts. No caso particular dos STBs, a potência máxima pode ultrapassar 20 watts.

A Tabela 4 apresenta o resultado obtido em medições realizadas nos Estados Unidos e apresentado no “site” do Lawrence Berkeley National Laboratory. Podemos observar que os resultados das tabelas 3 e 4 se assemelham.

TABELA 3 – Panorama da potência em modo de espera de equipamentos encontrados em 178 residências francesas entre 1998-99 (parte de dados fornecidos por (4))

Equipamento	Potência <sub>máx</sub> (watts)	Potência <sub>mín</sub> (watts)	Potência <sub>média</sub> (watts)	Nº modelos monitorados
Televisão	22	1	7,3	205
VCR	30	1	9,9	169
DVD <i>player</i>	15	15	15,0	1
STB TV aberta	16	9	11,0	34
STB TV a cabo	23	3	9,5	4
STB TV satélite	17	5	8,7	26
Hi-fi Estereo	24	1	7,2	108
CD <i>player</i>	7	1	3,1	18
Radio/relógio c/ alarme	4	1	1,4	175
Hi-fi TV / vídeo	34	4	14,4	8
PC unidade central	2	2	2,0	2
Monitor de PC	10	1	6,5	4
PC unidade completa	27	1	6,9	14
Estabilizador de tensão p/ PC	18	14	15,7	3
Laptop	20	1	6,5	4
Modem	6	3	4,3	3
Impressora jato de tinta	8	1	3,8	13
Impressora a laser	4	4	4,0	2
Telefone s/ fio	7	1	2,6	100
Secretária eletrônica	6	1	2,6	56
Telefone c/ secretária eletrônica	11	1	5,1	31
Forno de microondas	12	1	3,5	32

TABELA 4 – Panorama da potência em “modo de espera” de alguns equipamentos encontrados em várias residências dos Estados Unidos - LBL Database (6).

Equipamento	Potência <sub>máx</sub> (watts)	Potência <sub>mín</sub> (watts)	Potência <sub>média</sub> (watts)	Nº modelos monitorados
Televisão	21.6	0.0	5.0	484
VCR	12.8	1.5	6.0	203
DVD <i>player</i>	12.0	1.3	4.2	20
STB TV a cabo	24.7	4.6	10.8	31
STB TV satélite	18.8	8.8	12.6	29
Radio/relógio c/ alarme	3.2	0.9	1.7	32
PC unidade central	3.5	0.0	1.7	11
Impressora jato de tinta	6	4	5	2
Secretária eletrônica	5.2	1.8	3.0	30
Forno de microondas	6.0	0.0	2.9	42

### 3.0 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - EXPERIÊNCIA EM OUTROS PAÍSES

A TV digital terrestre no mundo é relativamente recente e a sua implantação está restrita a poucos países, por conseguinte a limitação do consumo em “modo de espera” em STBs também sofre tentativas de normalização e propostas de implantação de vários organismos internacionais.

#### 3.1 EUA: tentativa de limitação e barreira encontrada

Em 2001, a EPA lançou o programa da Energy Star para “set-top box” (STB) com as especificações do Estágio 1 e do Estágio 2, conforme descrito na Tabela 5. O Estágio 2 foi agendado para iniciar em janeiro de 2004 (7).

TABELA 5 – Critérios de eficiência energética para STBs qualificados pela Energy Star no “modo de espera”

Categoria de Produtos	Estágio 1 Janeiro/2001	Estágio 2 Janeiro/2004
<b>Categoria 1</b> - conversores de TV a cabo analógicos - conversores avançados de TV a cabo analógicos - <u>conversores de TV digital</u> - dispositivos de acesso a Internet - consoles de “video games” - conversores de videofones - conversores (dispositivos de acesso a Internet) com modem a cabo p/ incrementar a comunicação	≤ 3 watts	Uma especificação para todos os STBs  ≤ 7 watts (para sistemas a satélite, somar ≤ 5 watts para cada LNB**)
<b>Categoria 2</b> - conversores de TV a cabo digitais - conversores de TV a satélite * - conversores sem fio de TV (MMDS e LMDS) - gravadores pessoais de vídeo (TiVo e Replay TV)	≤ 15 watts (para sistemas a satélite, somar ≤ 5 watts para cada LNB**)	
<b>Categoria 3</b> - dispositivos de multifunção	≤ 20 watts (para sistemas a satélite *, somar ≤ 5 watts para cada LNB**)	

NOTA:

\* Para sistemas com comunicação a satélite, para cada LNB adicional que é adquirida com o produto, é adicionado até 5 watts ao limite estipulado.

\*\* LNB (bloco de baixo ruído): amplificador de sinal do satélite e conversor para a frequência da unidade.

#### 3.2 A Implantação da TV digital no mundo

Verificou-se que o processo de implantação da TV digital terrestre (9) vem ocorrendo em alguns países. Em 1998 teve início no Reino Unido (UK), com 65,9% das residências já tendo acesso à TV digital em setembro de 2005. Nos Estados Unidos o início foi em 2002, no Japão foi em 2003, e na Austrália em 2001.

Em 2000, a Austrália (8) adotou o padrão nacional em “modo de espera” para equipamentos residenciais de 1 watt e em 2005 foi traçada a estratégia para alcançar até 2012 a redução do consumo nesta condição para a faixa de 0,2 a 1 watt.

Porém ainda não foi identificada a implantação de programas de redução de consumo para os STBs no “modo de espera” nos países de uma maneira geral, embora haja artigos internacionais (3) que mostram a necessidade de

medidas que reduzam seu consumo.

Na China (8), em recente pesquisa, demonstrou-se que a adoção de práticas de redução do consumo no “modo de espera” trará para o país uma economia equivalente à implantação de 8 a 9 plantas de geração com capacidade de 1GW cada até 2020.

#### 4.0 - PROJEÇÃO PARA O BRASIL

Para avaliar o provável impacto que a implantação da TV digital causará no consumo de energia elétrica residencial no Brasil, algumas projeções são feitas neste trabalho, com base nos dados hoje disponíveis de posse de eletrodomésticos e do consumo esperado para os aparelhos de conversão.

Tomando como hipótese 20% de penetração dos STBs no mercado e a potência média do conversor de TV digital em “modo de espera” em duas situações: a) situação otimista = 7 W, b) situação pessimista = 12W, e considerando um total de TV's no Brasil de 72.211.428, podemos estimar o consumo anual de energia devido a esta situação. A Tabela 6 apresenta a estimativa para as duas situações.

TABELA 6 – Estimativa de consumo anual em “modo de espera”.

Cenário	Otimista	Pessimista
Total de TVs no Brasil	72.211.428	72.211.428
Potência média do conversor TV digital (watts)	7	12
Limite técnico potência instalada (MW)	505,48	866,54
Limite técnico consumo anual (GWh)	4428,00	7590,87

Considerando a penetração de 20%<sup>2</sup>, analogamente ao existente hoje para eletrônicos semelhantes, e apenas um aparelho por domicílio, temos o resultado apresentado na Tabela 7.

TABELA 7 – Consideração da penetração de 20 % e de um aparelho por domicílio.

Cenário	Otimista	Pessimista
Potência instalada	72,4 MW	124,1 MW
Consumo anual	634 GWh	1.086,9 GWh

#### 4.1 Conseqüências relativas à tecnologia escolhida:

O tipo de tecnologia adotada (ISDB, DVB ou ATSC) não impacta muito no consumo, quer seja no “modo de espera” quer seja no “modo ativo”, pois a escolha foi uma questão de mercado (como por exemplo, a questão da abertura deste sistema a empresas telefônicas), não sendo portanto objeto deste estudo.

Observamos, porém, que a influência no consumo nas duas condições de operação é devida ao número de funções e facilidades oferecidas por cada modelo de STB.

Nota-se ainda em alguns modelos, o uso do circuito da fonte separado do circuito que tem a função do STB, conforme mostra na Figura 6, o que facilitaria a implementação da melhoria de eficiência no seu projeto.



FIGURA 6 – Configuração típica do STB: fonte de alimentação separada dos circuitos funcionais do STB.

<sup>2</sup> Parcela correspondente a um quinto dos 51.752.528 domicílios brasileiros (10)

## 5.0 - CONCLUSÃO

O impacto dos STBs no consumo residencial é bastante significativo. Isto fica claro quando comparamos estes valores à economia obtida pelo PROCEL durante um ano. Por exemplo, em 2004 a economia associada ao selo PROCEL foi de 1,8 TWh. Como visto na Tabela 7, o acréscimo anual no uso de energia elétrica devido à entrada da TV digital, considerando apenas os STBs, pode chegar a 1TWh.

Isso nos leva a concluir que o Brasil terá que implantar também um processo semelhante ao estabelecido em vários segmentos do mercado, a etiquetagem de equipamentos. No entanto observa-se que barreiras técnicas foram encontradas, como foi o caso do EPA, que provavelmente levarão a limites de consumo maiores que os obtidos em TVs, que hoje são da ordem de 1 watt de potência em “modo de espera”. Este aspecto deve ser levado em conta quando estiverem sendo definidos os limites no Brasil para a potência em modo de espera dos STBs. Em vista dos vários tipos e funções encontrados nos STBs, os limites de consumo em “modo de espera” podem variar bastante, representando uma dificuldade adicional para que se estime o impacto desses aparelhos no consumo de energia das residências.

Como conclusão final, já que o Brasil encontra-se na fase de implantação da TV aberta (terrestre) digital, pode-se adotar uma política de desenvolvimento de modelos de STBs de menor consumo em “modo de espera” envolvendo fabricantes, universidades e centros de pesquisa, diminuindo, portanto, o impacto no programa de conservação de energia elétrica brasileiro.

## 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) SINPHA – Sistema de Informações de Posses de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo – PROCEL/Eletróbrás - 2006
- (2) Modelo de Referência – Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre - FUNTTEL – OS: 40.539 – PD.30.12.36A.0002A/RT-08/AB – CPqD Telecom & IT Solutions
- (3) Christopher Payne, C. and Meier, A. – “Many Small Consumers, One Growing Problem: Achieving Energy Savings for Electronic Equipment Operating in Low Power Modes”
- (4) Lebot, Benoit, Alan Meier & Alain Anglade. 2000. "Global Implications of Standby Power Use" In the Proceedings of ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. Asilomar (Calif.): American Council for An Energy Efficient Economy (Washington, D.C.). Also published as Lawrence Berkeley National Laboratory - Report No. LBNL-46019: June, 2000
- (5) <http://standby.lbl.gov/Data/Settop.html> - Site do “Lawrence Berkeley National Laboratory – University of California”
- (6) <http://standby.lbl.gov/Data/SummaryTable.html> - Site do “Lawrence Berkeley National Laboratory – University of California”
- (7) Summary of Rationale for Suspension of the ENERGY STAR® Specification for STB – Final – July 2005 – EPA
- (8) Richard Bradley and Ming Yang – “Raising the Profile of Energy Efficiency in China – Case study of standby Power efficiency” – October 2006 – A working paper – IEA.
- (9) [http://www.teleco.com.br/tvdigital\\_mundo.asp](http://www.teleco.com.br/tvdigital_mundo.asp)
- (10) IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – 2004

## 7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

João Carlos Aguiar

Nascido no Rio de Janeiro, RJ, em 1959.

Mestrado (1996) em Engenharia Elétrica na COPPE UFRJ e Graduação (1982) em Engenharia Eletrônica - UFRJ - Rio de Janeiro - RJ

Empresa: CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, desde 1986

Pesquisador do Departamento de Tecnologias Especiais - DTE

Mária Quintaes Fasura Balthazar

Nascida em Nova Friburgo, RJ, em 1958.

Mestrado (2004) em Engenharia Elétrica na COPPE UFRJ e Graduação (1982) em Engenharia Eletrônica - UFRJ - Rio de Janeiro -RJ

Empresa: CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, desde 1983

Pesquisadora do Departamento de Instalações e Equipamentos - DIE

Hamilton Pollis

Nascido no Rio de Janeiro, RJ, em 1953.

Mestrado (1999) em Planejamento Energético na COPPE UFRJ e Graduação (1976) em Engenharia Metalúrgica - UFRJ -Rio de Janeiro - RJ

Empresa: Eletrobrás / Procel

Chefe da Divisão de Planejamento de Conservação de Energia - DPSP