

# ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO MODO *ON* E *STANDBY* DE TELEVISORES COM *SET TOP BOX* INTEGRADO

**Patrícia ARAÚJO (1); Ariane Hayana FARIAS (2); Evandro de Paula JUNIOR (3); Karlo Homero SANTOS (4); Marcelo STEINHAGEN (5); Eduardo NAKAMURA (6)**

(1) Centro Universitário do Norte, Rua Leonardo Malcher, 715, Centro – Amazonas, e-mail: patybubblemil@yahoo.com.br

(2) Universidade Federal do Amazonas, Av. Gen. Rodrigo Octávio, 3000, Coroado I – Amazonas, e-mail: ariane\_hayana@yahoo.com.br

(3) Universidade Paulista, Av. Mário Ypiranga, 4390, Parque 10 – Amazonas, e-mail: depaula.evandro@hotmail.com

(4) Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica, Av. Gov. Danilo Areosa, 381, Distrito Industrial – Amazonas, e-mail: karlo.homero@fucapi.br

(5) Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica – Amazonas, e-mail: marcelo.steinhausen@fucapi.br

(6) Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica – Amazonas, e-mail: eduardo.nakamura@fucapi.br

## RESUMO

Com o aumento do poder aquisitivo das famílias brasileiras, ocorreu um aumento da demanda de bens e serviços produzidos pela estrutura moderna da economia brasileira, e por consequência disso, houve um aumento significativo do consumo de energia elétrica. Este trabalho está fundamentado num estudo de caso e tem por objetivo verificar a eficiência energética das amostras de televisores com *Set Top Box* (STB) integrado produzidos pelas empresas do Pólo Industrial de Manaus (PIM), ensaiados para análise ao Centro de Laboratório (CLAB), através da relação da potência no modo *on* e *standby* com o tamanho da diagonal visual. Para alcançar estes resultados, realizaram-se análises e medições de potência (W), assim como medição da diagonal visual em 42 amostras de televisores com STB integrado. O estudo realizado permitiu concluir qual o tipo de TV com STB integrado que possuem a melhor e a pior eficiência energética.

**Palavras-chave:** eficiência energética, *on*, *standby*, televisores, *set top box*.

## 1 INTRODUÇÃO

O desperdício de energia elétrica vem sendo um fator agravante para o aumento no preço a ser pago pelos consumidores e contribui diretamente para a degradação do meio ambiente. No Amazonas, 80% da energia elétrica produzida vêm de termelétricas movidas a óleo diesel (REFÉM..., 2008), cuja queima também é potencialmente prejudicial ao meio-ambiente, tanto no aspecto local (poluição do ar com fumaça e fuligem) como no aspecto global (emissão de gases que provocam o aquecimento da atmosfera do planeta). Assim sendo, para a utilização de forma eficiente da energia elétrica, os consumidores devem ficar atentos aos produtos eletroeletrônicos que possuem selo de eficiência.

Levando em consideração que os aparelhos televisores têm maior posse média entre os eletrodomésticos, tendo em vista que na região Norte do Brasil os domicílios possuem pelo menos um televisor (BRASIL, 2007), e sendo a cidade de Manaus detentora de um dos mais modernos pólos industrial de eletroeletrônicos da América Latina, verificou-se a necessidade de fazer uma análise do consumo de energia elétrica destes aparelhos no modo de espera e também, um registro da potência consumida no modo ligado informado pelos próprios fabricantes conforme a regulamentação do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar a eficiência energética dos televisores integrados com *Set Top Box* (STB) produzidos pelas empresas do Pólo Industrial de Manaus (PIM), através do registro e medição dos dados de potência no modo *on* e *standby*, para avaliação do uso racional de energia.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Zona Franca de Manaus sedia um dos mais modernos pólos industrial de eletroeletrônicos, duas rodas, relojoeiro, químico e de celulares da América Latina, com reconhecido destaque pelo número de empresas instaladas, bem como pela variada linha de produtos produzidos (SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS, 2007). Visando confirmar as informações dadas pelos fabricantes do Pólo Industrial de Manaus quanto ao consumo de energia em modo *standby*, o Laboratório de Ensaios Eletroeletrônicos e Eficiência Energética do Centro de Laboratórios (CLAB) da Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica (FUCAPI) têm realizado ensaios para a medição da potência no modo de espera em televisores do tipo LCD, Plasma, LED e CRT, de acordo com o Regulamento de Avaliação da Conformidade para Televisores do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), desde novembro de 2006, homologado pelo Inmetro.

O selo PROCEL tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética, em suas categorias, e de incentivar a comercialização e a fabricação de equipamentos e eletrodomésticos mais eficientes e competitivos que minimizem os impactos ambientais e promovam o desenvolvimento tecnológico no país (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL, 1993).

O modo de espera ou *standby* é quando o aparelho não está desligado, ou seja, continua consumindo energia, porém sem a reprodução de imagem e som. De forma contrária, o modo *on* reproduz som e imagem e conseqüentemente consome maiores níveis de energia (RODRIGUES, 2009). É importante ressaltar que as distintas tecnologias de televisores (LCD, LED, Plasma e CRT) consomem energia em níveis diferenciados, tanto no modo *on* quanto no modo *standby*, de forma que tais diferenças influenciam diretamente o resultado final apresentado na conta de energia elétrica, já que utilizam outros equipamentos em um mesmo domicílio.

“A energia elétrica é usada para transmitir e transformar a energia primária da fonte produtora que aciona os geradores em outros tipos de energia que são usadas nas residências” (CREDER, 1986). Para uma melhor compreensão do trabalho, alguns conceitos são esclarecidos, conforme cita Creder (1986):

- Potência elétrica: é o trabalho realizado pela corrente elétrica em um determinado intervalo de tempo. Podendo ser medido no modo ligado e em espera.
- Tensão elétrica: é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos. Responsável pela movimentação dos elétrons.
- Corrente elétrica: corresponde ao fluxo de cargas que atravessa a seção reta de um condutor, por unidade de tempo.

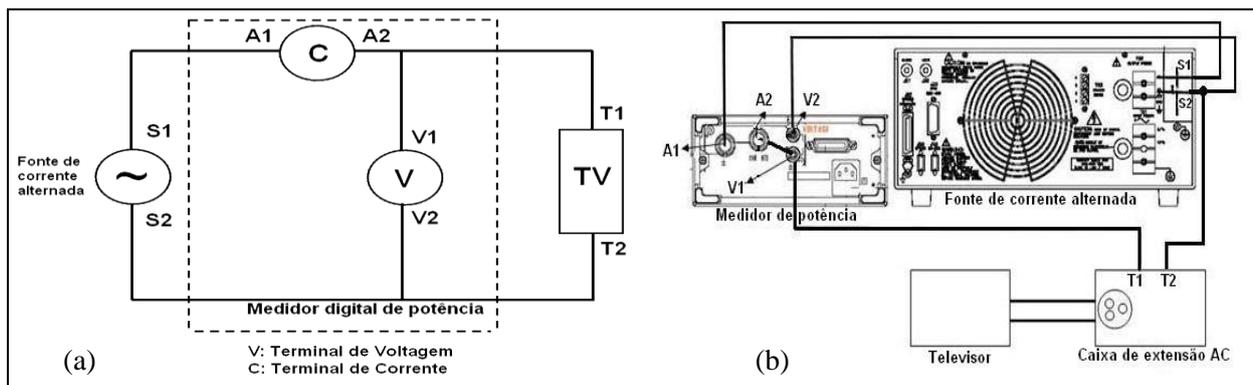
- Frequência: indica o número de ocorrências de um evento (ciclos, voltas, oscilações e etc) em certo intervalo de tempo.
- Fator de potência: corresponde ao co-seno do ângulo de defasagem entre a corrente e tensão, ou seja, relação entre a potência ativa e a aparente.
- Fator de crista: razão entre o valor da corrente de pico e a corrente eficaz.
- Distorção harmônica: é a medida da perturbação na saída, após este passar por todo equipamento, em relação ao sinal aplicado na entrada do aparelho.

A diagonal visual segundo o Inmetro (Portaria 85 de 24 de março de 2009) é definida como sendo a imagem que o telespectador enxerga efetivamente, ou seja, todo espaço visível na tela do televisor.

### 3 METODOLOGIA

Os ensaios realizados pelo CLAB para a medição da potência no modo de espera em televisores serviram como base de dados para uma análise pertinente aos objetivos do trabalho. Portanto, entre o terceiro quadrimestre de 2009 e o primeiro quadrimestre de 2010, foram analisados 42 modelos de TVs com STBs integrados, dos fabricantes do PIM, sendo 25 amostras de televisores ensaiadas em 2009 e 17 amostras de televisores ensaiadas em 2010, obtendo-se destes, dados técnicos tais como potência *on* (declarada pelo fabricante), consumo no modo *standby*, distorção harmônica, fator de potência, fator de crista e diagonal visual.

Para medição dos dados técnicos das amostras utilizou-se um Medidor Digital de Potência (*Single Phase Power Analyzer*), fabricante *Voltech*, modelo PM 100, interligado à fonte de corrente alternada estabilizada (*AC Power Source*), fabricante Califórnia, modelo 3001ix e caixa de extensão AC (ver Figura 1). Para a medição da diagonal visual usou-se a escala metálica, de faixa nominal 1000 mm, valor de uma divisão 0,5 mm, fabricante *Sttarret*.



**Figura 1 – Esquema para medição de potência em televisores: (a) elétrico e (b) ilustrativo**

Os ensaios foram realizados de acordo com a metodologia especificada pelo Inmetro (Portaria 85 de 24 de março de 2009), respeitando às condições ambientes de temperatura de  $(22 \pm 4)^\circ\text{C}$  e umidade relativa do ar de  $(65 \pm 10)\%$ . Inicialmente, cada amostra foi energizada com tensão alternada de 127 V e frequência de 60 Hz, gerado pela Fonte. Em seguida, efetuou-se a energização de todos os equipamentos de ensaio e amostras (em modo ON), com o tempo de aquecimento de operação de 45 minutos. Após a estabilização da temperatura de operação, foram realizadas as primeiras medições, cujos valores foram registrados na planilha (submetido a tratamentos estatísticos) de coleta de dados. Esse procedimento foi realizado em triplicata, com intervalo de 30 minutos.

Para o tratamento dos resultados, consideraram-se especificamente os valores registrados da potência declarada no modo *on*, os valores medidos no modo *standby* e o comprimento medido da diagonal visual.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a utilização eficiente do consumo de potência e combate ao desperdício de energia, uma das formas é a redução do consumo energético dos equipamentos eletroeletrônicos. Este estudo abrange amostras de televisores com *Set Top Box* integrado, utilizando-se um total de 42 amostras ensaiadas no terceiro quadrimestre de 2009 e no primeiro quadrimestre de 2010. Os dados anotados na planilha de coleta de dados estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1 – Valores registrados na planilha de coleta de dados

ANO	TIPO	DV (cm)	ON (W)	STDBY (W)	PF	DH (%)	FC	K <sub>1</sub> (W/cm)	K <sub>2</sub> *10 <sup>3</sup> (W/cm)
2009	LCD	106,5	205	0,142	0,134	NM	6	1,92	1,33
	LCD	79,8	155	0,141	0,132	NM	6	1,94	1,77
	Plasma	105,8	285	0,177	0,122	NM	6	2,69	1,67
	LCD	106,8	206	0,834	0,150	NM	6	1,93	7,81
	LCD	116,8	265	0,154	0,055	NM	6	2,27	1,32
	LCD	80,2	140	0,260	0,054	NM	6	1,75	3,24
	LCD	132,1	290	0,148	0,024	NM	6	2,20	1,12
	LCD	51,2	44	0,689	0,158	NM	6	0,86	13,46
	LCD	54,8	60	0,611	0,188	NM	6	1,09	11,15
	LCD	61,3	75	0,830	0,231	NM	6	1,22	13,54
	LED	80,3	95	0,112	0,126	NM	6	1,18	1,39
	LCD	101,4	200	0,208	0,035	NM	6	1,97	2,05
	LCD	119,4	270	0,134	0,015	NM	6	2,26	1,12
	LCD	106,5	220	0,133	0,016	NM	6	2,07	1,25
	LCD	132,1	209	0,117	0,041	NM	6	1,58	0,89
	LCD	94,1	140	0,560	0,064	0,120	6	1,49	5,95
	LCD	80,3	130	0,541	0,088	0,120	6	1,62	6,74
	LCD	50,8	42	0,611	0,140	0,103	6	0,83	12,03
	LCD	101,5	200	0,151	0,029	0,121	6	1,97	1,49
	LCD	132,2	280	0,152	0,029	0,121	6	2,12	1,15
LCD	94,4	140	0,471	0,061	0,119	6	1,48	4,99	
LCD	54,8	50	0,635	0,148	0,127	6	0,91	11,59	
LCD	60,9	50	0,546	0,166	0,141	6	0,82	8,97	
LCD	101,7	ND	0,676	0,113	0,131	6	NC	6,65	
LCD	80,1	ND	0,653	0,122	0,117	6	NC	8,15	
2010	LED	101,7	130	0,199	0,005	0,121	6	1,28	1,96
	Plasma	107,6	200	0,203	0,070	0,121	6	1,86	1,89
	Plasma	126,8	340	0,216	0,077	0,119	6	2,68	1,70
	LCD	80,1	120	0,321	0,050	0,120	6	1,50	4,01
	LCD	66,1	80	0,218	0,038	0,154	6	1,21	3,30
	LCD	55,0	55	0,288	0,086	0,148	6	1,00	5,95
	LCD	54,9	50	0,629	0,583	0,170	6	0,91	11,46
	LCD	116,8	210	0,372	0,065	0,120	6	1,80	3,18
	LCD	101,7	190	0,373	0,068	0,130	6	1,87	3,67
	Plasma	105,7	255	0,067	0,037	0,116	6	2,41	0,63
	LCD	80,1	95	0,233	0,041	0,135	6	1,19	2,91
	LCD	80,1	120	0,296	0,052	0,145	6	1,50	3,70
	LCD	93,9	160	0,357	0,062	0,113	6	1,70	3,80
	LCD	101,7	190	0,106	0,017	0,123	6	1,87	1,04
	LCD	101,5	190	0,089	0,016	0,147	6	1,87	0,88
	LED	101,6	140	0,056	0,085	0,156	6	1,38	0,55
LED	116,8	100	0,058	0,087	0,148	6	0,86	0,50	

ND = Não declarado

NM = Não medido

NC = Não calculado

Onde **DV** é a diagonal visual medida das amostras, **ON** é a potência no modo ligado declarado pelo fabricante, **STDBY** é a potência no modo de espera medido das amostras, **PF** é o fator de potência medido em modo espera, **DH** é a distorção harmônica medida no modo de espera, **FC** é o fator de crista do medidor digital de potência, **K<sub>1</sub>** é obtido através da fórmula (Eq. 01):

$$K_1 = \frac{ON}{DV} \quad [Eq.01]$$

**K<sub>2</sub>** é obtido através da fórmula (Eq. 02):

$$K_2 = \frac{STDBY}{DV} \quad [Eq.02]$$

Os valores obtidos nesta análise permitiram avaliar o índice (relação potência por tamanho da diagonal visual) no modo ligado e no modo de espera dos três tipos diferentes das amostras, gerando-se informações relevantes à sociedade sobre o consumo de energia nos modos *on* e *standby* de cada tipo. Nos gráficos 1 e 2, são mostrados adotando-se como dados, os valores que registraram melhores índices, em seus respectivos anos. Vale ressaltar que o valor menor registrado da tabela 1, corresponde à melhor eficiência.

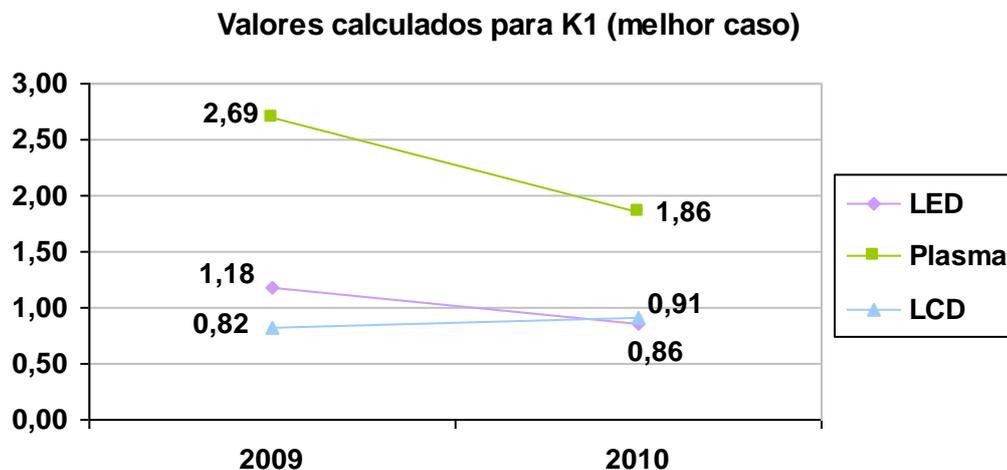


Gráfico 1 – Valores calculados para **K<sub>1</sub>**, que registraram melhor índice, correspondente ao modo *on*.

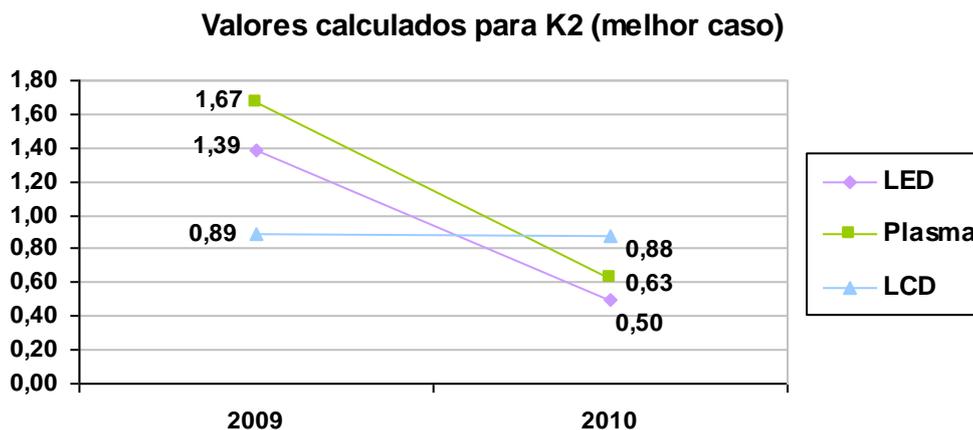


Gráfico 2 – Valores calculados para **K<sub>2</sub>**, que registraram melhor índice, correspondente ao modo *standby*.

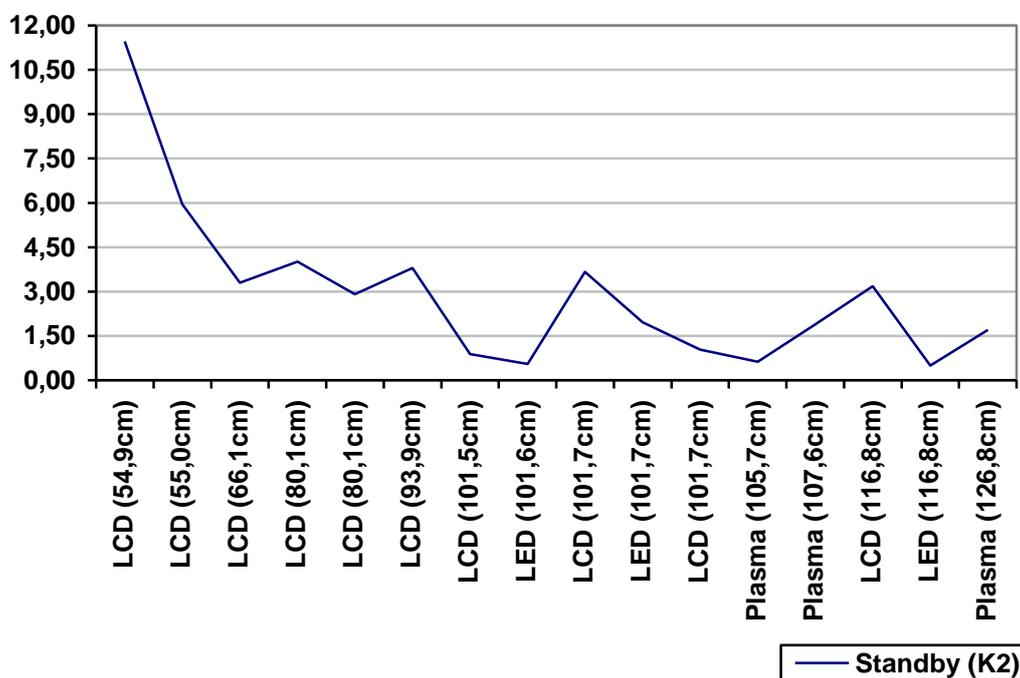
A análise dos valores registrados na planilha de coleta de dados permitiu determinar qual o tipo que obteve o melhor e o pior índice no modo *on* e *standby* em 2009 e 2010 das 42 amostras ensaiadas (ver tabela 2).

**Tabela 2 – Resultados do melhor e pior tipo de televisores, no modo *on* e *standby*, de 2009 e 2010.**

	2009		2010	
	ON (K <sub>1</sub> )	STANDBY (K <sub>2</sub> )	ON (K <sub>1</sub> )	STANDBY (K <sub>2</sub> )
<b>MELHOR TIPO</b>	LCD (60,9cm)	LCD (132,1cm)	LED (116,8cm)	LED (116,8cm)
<b>PIOR TIPO</b>	PLASMA (105,8cm)	LCD (61,3cm)	PLASMA (126,8cm)	LCD (54,9cm)

Tendo em vista que a energia consumida individualmente no modo de espera, por aparelho, pode representar uma quantidade ínfima, seu uso somado a diversos aparelhos implica em um consumo desnecessário e considerável de energia (RODRIGUES, 2009). Deste modo, nesta pesquisa um dos critérios de análise é a correlação da potência *standby* com o tamanho da diagonal visual dos aparelhos ensaiados, como por exemplo, os dados do índice de K<sub>2</sub> para o ano de 2010 (ver gráfico 3).

**Relação do índice K2 das amostras de 2010**



**Gráfico 3 – Relação da potência *standby* pela diagonal visual dos televisores ensaiados em 2010.**

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo forneceu uma estimativa do índice da potência pelo tamanho da diagonal visual, no modo ligado e espera dos televisores com *Set Top Box* integrado, produzidos pelos fabricantes do Pólo Industrial de Manaus. Dentre os tipos ensaiados, com base nos índices, tem-se a informar que atualmente o tipo LED com diagonal visual de 116,8 cm tem melhor eficiência energética nos dois modos verificados, igual a 0,86 W/cm, no modo *on*, e 0,0005 W/cm no modo *standby*. Conforme os resultados da tabela 2, nota-se que para os piores casos tem-se para o modo *on* o tipo Plasma de diagonal visual igual a 126,8cm, cujo índice é

2,68 W/cm e para o modo *standby* o tipo LCD de tamanho de diagonal visual de 54,9cm, cujo índice é 0,01146 W/cm.

Em relação a estes dados também verificou-se que ao comparar a diagonal visual dos televisores e seus respectivos valores de potência dos tipos ensaiados em 2010, no modo *standby*, os aparelhos com maior tamanho de diagonal visual consomem menos energia elétrica se comparados com os de menor comprimento da diagonal visual. Portanto, pode-se concluir que, de acordo com os dados apresentados no gráfico 1 e 2, os aparelhos têm se tornado mais eficientes com o passar dos anos, devido ao avanço tecnológico que contribui para o uso mais racional de energia e, conseqüentemente, para a diminuição de impactos ambientais causados pelo consumo de energia elétrica.

## 6 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pelo financiamento do projeto. À Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica (FUCAPI) / ENSAIO / CLAB pela disponibilização da infra-estrutura. Ao Inmetro e Eletrobrás, pelo apoio, orientação e partilha de conhecimentos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso. **Relatório Região Norte**. Rio de Janeiro, RJ, 2007. 159p.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1986.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Portaria nº. 85, de 24 de março de 2009. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001431.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Selos de Eficiência Energética. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbeSelo.asp?iacao=imprimir>>. Acesso em: 30 mai. 2010.

MAIA, A. I. S. et al. **Estudo da eficiência do consumo energético de televisores tipo CRT e LCD em modo *standby***. 2009. Artigo apresentado ao VIII Seminário Internacional de Metrologia Elétrica, João Pessoa, 2009.

REFÉM DO DIESEL, AMAZONAS BUSCA ALTERNATIVAS PARA GERAÇÃO ELÉTRICA. Ambiente Brasil. 2008. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/exclusivas/2008/01/17/35866-reportagem-especial-refem-do-diesel-amazonas-busca-alternativas-para-geracao-eletrica.html>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

RODRIGUES, Jean Ronir Ferraz. **Avaliação da Utilização do modo *standby* em eletrodomésticos e de propostas de soluções mitigadoras para redução do seu consumo energético**. 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. Indústria. Manaus, 2007. Disponível em: <[http://www.suframa.gov.br/zfm\\_industria.cfm](http://www.suframa.gov.br/zfm_industria.cfm)>. Acesso em: 12 jun. 2010.