

Comparação interlaboratorial com lâmpada elétrica: Colômbia, Brasil e Argentina (Elétron)

Interlaboratory comparison with electric light bulb: Colombia, Brazil and Argentine (Electron)

Elvo Calixto Burini Junior¹, **Oswaldo Sanchez Júnior**², **Leonardo Octavio Assaf**³, **Fernando Augusto Herrera León**⁴

¹ Instituto de Energia e Ambiente; ² Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; ³ Universidad Nacional de Tucumán; ⁴ Universidad Nacional de Colômbia

E-mail: elvo@iee.usp.br

Resumo: As características elétricas de três lâmpadas (incandescente e LED) estão consideradas. A determinação de fluxo luminoso e parâmetros ópticos correlatos, amostrados durante o experimento ora relatado estão considerados em artigo homônimo e complementar. Os dados utilizados têm origem em cinco diferentes localidades, na Argentina (UNT), Colômbia (UNC), e em dois laboratórios do Brasil (IPT e IEE/USP). O estabelecimento de referencial inicial entre resultados constitui foco importante do presente artigo. Para a lâmpada LED, ordem da maior para a menor amplitude dos desvios do parâmetro considerado destaca-se a corrente elétrica, distorção harmônica total de corrente e fator de potência.

Palavras-chave: Comparação interlaboratorial, grandeza elétrica, LED, THDi, FP.

Abstract: The electrical characteristics from three lamps (incandescent and LED) are considered. The determination of luminous flux and related optical parameters, sampled during the same experiment, are considered in a homonymous and complementary article. The data are from five different locations, Colombia (UNC), Argentina (UNT) and Brazil (IPT and IEE/USP). The establishment of an initial reference between measurement results constitutes the aim of this article. In the case of the LED, considering the amplitude of deviations from the largest to the smaller it was found the electric current, total harmonic distortion of electric current and power factor.

Keywords: Interlaboratory comparison, electrical magnitude, LED, THDi, FP.

1. INTRODUÇÃO

Os resultados da comparação de medições e determinações entre laboratórios são instrumentos utilizados atualmente para a gestão e verificação da qualidade em prática laboratorial. Eles possibilitam auxiliar no aprimoramento de procedimentos, recursos laboratoriais e registros de resultados

sobre determinado tipo de corpo de prova. Neste artigo estão considerados parâmetros elétricos a partir de uma lâmpada incandescente (INC.) e duas lâmpadas SSL (LED) fornecidas, em Fev./2017, pela Universidade Nacional da Colômbia (UNC). No ano 2010 uma lâmpada INC. código (ILM-050) foi recebida da Universidade Nacional de Tucumán,

Argentina (UNT) e avaliada, sendo que alguns daqueles resultados [1] estão aqui considerados. No Brasil, a amostragem atual foi realizada em esfera integradora, posição da lâmpada pendente e base para baixo, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, ver Fig. 1a) e pela utilização de goniômetro auxiliado por computador, cujo eixo principal da lâmpada ficou na posição horizontal (ver Fig. 1b), durante o período de estabilização, facilidade no Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo.

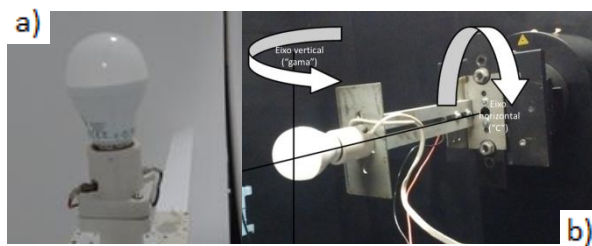


Fig. 1 – Lâmpada tipo LED, 7 W montada, a) em esfera integradora IPT; b) em goniômetro IEE.

Outros resultados para a banda óptica (radiometria, fotometria, colorimetria) e que foram amostrados durante o mesmo experimento serão apresentados em artigo homônimo e complementar [2]. Foram considerados os preceitos da ABNT IEC GUIA 115 [3] e de JCGM-100:2008 [4] para a estimativa da incerteza padrão, tendo sido considerada apenas a componente tipo A no presente artigo. As lâmpadas foram energizadas na tensão nominal ou em valor central da faixa de tensão declarada. Devido à magnitude dos dados fornecidos pela UNT, Argentina (ano 2010) e para auxiliar a análise as Tab. 1 e 2 foram estratificadas em duas colunas. A estabilização e as determinações foram realizadas com o eixo principal da lâmpada LED na horizontal e os parâmetros elétricos foram amostrados a partir de equipamento marca XITRON, modelo 2551 (no IEE); Yokogawa, WT1600 (UNC) e Yokogawa, WT210 (IPT).

2. RESULTADOS

2.1 Lâmpada incandescente, E-27, (ILM-050)

2.1.1 Corrente elétrica

A tabela 1 apresenta valores médios calculados para a corrente elétrica da lâmpada incandescente

tipo a halogênio, base E-27, 150 W, 230 V, 2420 lm, vida 4 kh, (identificação: ILM-050), e cada desvio relativo em relação à média.

Tabela 1. INC. - Desvio relativo à média das correntes elétricas medidas, valores em (%).

Instituição da amostragem e data	Corrente (646,9 ± 0,8) mA; (n=4)	Corrente (648,3 ± 2,6) mA; (n=5)
IEE ₂₀₁₀	0,015	- 0,20
UNT ₂₀₁₀	(- 1,1)	0,88
IPT ₂₀₁₇	- 0,19	- 0,41
IEE ₂₀₁₇	0,17	- 0,05
UNC ₂₀₁₇	0,03	- 0,19

NOTAS: "n" indica o tamanho da amostra considerada para o cálculo da média; (ILM-050) é o código de identificação (na embalagem); no caso n=4 não foi utilizado o dado da UNT, cujo valor entre parêntesis enfatiza a remoção.

Na tabela 1 está grafado em negrito o valor médio atribuído para estimar a corrente elétrica a partir de quatro registros amostrados (n=4) e a incerteza associada. Quando é considerada a corrente elétrica informada pela UNT (coluna à direita da Tab. 1), a faixa do desvio relativo da amostra (máximo - mínimo) torna-se 1,3 %, e a incerteza padrão expandida de 0,4 % (valor para o caso n=5). Ao considerar quatro amostras (retirado o dado UNT) a faixa de variação fica reduzida para 0,4 % e a incerteza padrão expandida para 0,12 %.

2.1.2 Potência elétrica (ILM-050)

A tabela 2 apresenta valores médios calculados como estimativa para a potência elétrica da lâmpada incandescente e cada desvio relativo em relação a cada valor médio.

Tabela 2. INC. - Desvio relativo à média das potências elétricas médias, valores em (%).

Instituição da amostragem e data	Potência (148,6 ± 0,3) W; (n=4)	Potência (149,0 ± 0,35) W; (n=5)
IEE ₂₀₁₀	0,05	- 0,19
UNT ₂₀₁₀	(1,2)	0,97
IPT ₂₀₁₇	- 0,38	- 0,62
IEE ₂₀₁₇	0,19	- 0,05
UNC ₂₀₁₇	0,15	- 0,09

NOTA: No caso n=4 não foi utilizado o dado da UNT, o valor entre parêntesis enfatiza tal condição.

Está grafado em negrito (ver tabela 2) o valor médio atribuído para a estimativa da potência elétrica da lâmpada incandescente tipo a halogênio (código ILM-050). O valor amostrado na Argentina, em 2010, diverge da média calculada em 1,2 %, a não consideração desse dado possibilita faixa não superior a 0,6 %. Consideradas quatro amostras a incerteza padrão expandida foi estimada em 0,2 % ($148,6 \pm 0,3$) W.

2.1.3 Distorção Harmônica Total de corrente elétrica (THDi) e de tensão da fonte (THDv)

A tabela 3 apresenta o valor médio calculado para estimar a THDi (e THDv) no caso da amostra lâmpada incandescente (ILM-050) e cada desvio relativo em relação à média.

Tabela 3. INC. - Desvios relativos em relação às médias das THDi e THDv medidas, valores em (%).

Instituição da amostragem e data	THDi (0,47 ± 0,04) (n=3)	THDv (0,18 ± 0,07) (n=3)
IPT ₂₀₁₇	- 14,9	- 44,3
IEE ₂₀₁₇	8,5	88,4
UNC ₂₀₁₇	6,4	- 44,3

NOTA: A THDv (0,09 %, UNC) foi declarada.

2.1.4 Fator de Potência (PF)

A tabela 4 apresenta o valor médio calculado para estimar o PF tendo a lâmpada incandescente como carga e cada desvio relativo em relação à média.

Tabela 4. INC. - Desvio relativo em relação à média dos PF medidos, valores em (%).

Instituição da amostragem e data	PF (0,9999 ± 0,0001) (n=3)
IPT ₂₀₁₇	0,013
IEE ₂₀₁₇	- 0,027
UNC ₂₀₁₇	0,013

2.2 Lâmpada tipo LED, base E-27, 7 W e 11,5 W

2.2.1 Corrente elétrica

A tabela 5 apresenta o valor médio calculado a partir da corrente elétrica amostrada de cada lâmpada LED, código de identificação (E-IL 1272)

7 W; (E-IL 1672) 11,5 W, códigos atribuídos pela Colômbia (UNT) e cada desvio em relação à média.

Tabela 5. LED - Desvio relativo às médias das correntes elétricas medidas, valores em (%).

Instituição da amostragem e data	E-IL 1272 (61,9 ± 5,6) mA	E-IL 1672 (54,5 ± 2,1) mA
IEE ₂₀₁₇	9,8	- 3,5
IPT ₂₀₁₇	- 12,5	- 2,3
(*) IPT ₂₀₁₇	- 4,4	- 0,72
UNC ₂₀₁₇	7,1	6,5

NOTA: (*) A segunda amostra (IPT) foi obtida com a esfera integradora aberta parcialmente.

A faixa de variação máxima da corrente elétrica obtida para a lâmpada incandescente INC. não foi superior a 1,3 %, enquanto que para lâmpada LED 7 W, E-27 foi de 22,3 % valor superior ao dobro do que foi verificado para o LED 11,5 W, E-27, 10 %. A incerteza padrão expandida relativa para a INC. não foi superior a 0,4 %, enquanto para LED 7 W alcançou 9 % e para a lâmpada LED potência nominal 11,5 W foi de 3,9 %.

2.2.2 Potência elétrica

A tabela 6 apresenta o valor médio calculado como estimativa para a potência elétrica de lâmpada LED, 7 W e 11,5 W, identificação código E-IL (1272 e 1672), respectivamente e cada desvio relativo calculado em relação à média.

Tabela 6. LED - Desvio relativo à média das potências elétricas medidas, valores em (%).

Instituição da amostragem e data	E-IL 1272 (7,02 ± 0,01) W	E-IL 1672 (11,04 ± 0,19) W
IPT ₂₀₁₇	0,10	1,10
(*) IPT ₂₀₁₇	0,17	3,18
IEE ₂₀₁₇	- 0,35	0,67
UNC ₂₀₁₇	0,08	- 4,95

NOTA: (*) A segunda amostra (IPT) foi obtida com a esfera integradora aberta parcialmente.

2.2.3 Distorção Harmônica Total de corrente elétrica (THDi)

A tabela 7 apresenta o valor médio calculado como estimativa para a THDi com lâmpada LED 7 W e 11,5 W, identificação código E-IL (1272 e 1672) e cada desvio relativo em relação à média.

Tabela 7. LED - Desvio relativo à média das THD_i medidas, valores em (%).

Instituição da amostragem e data	E-IL 1272 (47,5 ± 1,8) (n=3)	E-IL 1672 (49,7 ± 1,8) (n=3)
IPT ₂₀₁₇	3,4	- 0,27
IEE ₂₀₁₇	4,3	6,51
UNC ₂₀₁₇	- 7,7	- 6,24

NOTAS: A THD_v de (0,08 a 0,09) % ocorreu na parte do experimento realizada no IPT; para a UNC foi declarado 0,09 %; na USP o valor típico de THD_v de 0,1 % (LED 7 W) e 0,3 % (LED 11,5 W).

2.2.4 Fator de Potência (PF)

A tabela 8 apresenta o valor médio calculado para estimar o PF com lâmpada LED e cada desvio relativo calculado em relação à média.

Tabela 8. LED - Desvio relativo à média dos PF medidos, valores em (%).

Instituição da amostragem e data	E-IL 1272 (0,91 ± 0,04) (n=3)	E-IL 1672 (0,83 ± 0,04) (n=3)
IPT ₂₀₁₇	8,6	9,1
IEE ₂₀₁₇	- 5,2	- 3,3
UNC ₂₀₁₇	- 3,4	- 5,8

NOTA: A faixa de variação foi de - 5,8 % a 9,1 %.

3. CONCLUSÕES

O presente artigo considera dados de grandezas elétricas coletados na Colômbia, Brasil e Argentina, no ano 2010 e 2017, a partir de lâmpada incandescente (INC.) com o código de identificação na embalagem (ILM-050), base E-27, 150 W, 2420 lm, provavelmente trata-se de amostra única, juntamente, com tecnologia SSL para iluminação a partir da eletroluminescência (LED), E-27, fornecidas com identificação pela UNT, Colômbia: (E-IL 1272) 7 W, 600 lm, 6500K e (E-IL 1672) 11,5 W, 2700K. No caso da lâmpada tipo LED a THD_i está afetada de incerteza padrão estimada em valor não superior a 6 % e a faixa máxima de variação dos desvios em 12,5 %; para a fonte INC. 150 W: incerteza de 8,5 % e faixa de 23,4 %. A THD_v média determinada para a

lâmpada (ILM-050) resultou em incerteza padrão expandida de 39 % e faixa de variação superior a 100 %. Considerados os dados fornecidos pela Colômbia e aqueles obtidos no Brasil, a faixa de variação relativa do FP para a lâmpada (ILM-050) apresentou valor não superior a 0,04 % enquanto que para a lâmpada tipo LED a faixa de variação relativa alcançou 12 % (7 W) e 12,75 % (11,5 W), o valor relativo da incerteza padrão expandida estimada não foi superior a 3,8 %. A menos da THD_v provavelmente devido a diferença entre tipos fontes é possível indicar separação clara entre a maioria dos resultados para a lâmpada incandescente com incerteza e faixa reduzidas e LED, também entre as duas amostras LED. O valor estimado para a incerteza padrão, em alguns casos, foi inferior à faixa de variação determinada entre dados amostrados do parâmetro considerado. Isto sugere oportunidade para revisão no procedimento de medição/amostragem dos parâmetros elétricos, e necessidade de melhoria do conhecimento existente em relação à interação entre fonte de energia e cada corpo de prova.

Agradecimentos - A CAPES pelo suporte parcial a partir do projeto binacional n.048/2013, ao LABE (UNT) pelos elementos circulantes (três lâmpadas) e os dados contidos em três relatórios.

Referências

- [1] Burini Junior, E. C. et al. Comparação Bilateral de Fluxo Luminoso: DLLyV/UNT (Argentina) e IEE/USP (Brasil). Anais do 9th Latin-American Congress: Electricity Generation and Transmission, November 6th-9th, 2011, Mar del Plata, Argentina, 2011.
- [2] Burini Junior, E. C. et al. Comparação interlaboratorial com lâmpadas elétricas: Colômbia, Brasil e Argentina (Fóton). Metrologia 2017, Fortaleza, Brasil, 26-29, Nov., 2017.
- [3] ABNT IEC GUIA 115 Aplicação da incerteza de medição nas atividades de avaliação da conformidade no setor eletrotécnico, 27p., 2015.
- [4] JCGM-100 (2008). Avaliação de dados de medição — Guia para a expressão de incerteza de medição, 126p.