

Implantação de método para calibração da luminância em fotômetros

Deployment method for calibration of luminance in photometers

**Igor Garcia^{1,2}, Handerson Dourado Leite^{1,2}, Mário Ferreira^{1,3}, Éric Macêdo¹,
Valéria Navarro¹, Marcus Navarro¹, Fernando Leyton¹ e Lara Pereira¹.**

¹ Instituto Federal da Bahia – IFBA, campus Salvador; ² Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, ³ Universidade Estadual da Bahia – UNEB

E-mail: lem.labprosaud@ifba.edu.br

Resumo: O controle de qualidade na área de bioimagem é um dos mecanismos que minimizam possíveis erros de diagnóstico, e a calibração de medidores usados nesses controles, incluindo os de luminância, são imprescindíveis para manter a confiabilidade metrológica. O objetivo desse trabalho é descrever a implantação da calibração de luminância no LABPROSAUD-IFBA, utilizando sistema fotométrico com esfera integradora padrão e instrumentação com rastreabilidade ao NIST nos Iluminantes A e D55 da CIE. Os resultados das calibrações de luminância em fotômetros realizadas até o momento mostram desvios absolutos na faixa de 0,4% a 9,7%, dentro das especificações da norma DIN 5032-7.

Palavras-chave: Fotometria, Luminância e Calibração.

Abstract: The quality control in bio-imaging is one of the mechanisms that minimize possible misdiagnosis, and calibration of meters used in these controls, including luminance meter, are essential to maintain the metrological reliability. The aim of this study is to describe the implementation of the luminance calibration in LABPROSAUD – IFBA, using photometric system with standard integrating sphere and instrumentation traceable to NIST in CIE Illuminants A and D55. The results of the calibration in luminance photometers performed so far show absolute deviations in the range of 0.4% to 9.7%, within the specifications of standard DIN 5032-7.

Keywords: Photometry, Luminance and Calibration.

1. INTRODUÇÃO

Com a importância crescente adquirida pela área de bioimagem, a fotometria ganhou papel fundamental para garantir a qualidade das informações reveladas em dispositivos como negatoscópios e monitores médicos. A

luminância é a densidade da radiação visível numa determinada direção, sendo a grandeza fotométrica que mais se assemelha à percepção de brilho por uma pessoa^[1]; essa grandeza está diretamente ligada à capacidade do especialista visualizar achados radiológicos importantes como, por exemplo, micro regiões fibrosas,

calcificadas ou com neoplasias, típicas de mamografias^[2]. A possibilidade de uma interpretação inadequada desses achados, por uma luminância inadequada dos negatoscópios e/ou monitores, é objeto de preocupação de diversas organizações internacionais^[3,4] e representa um grave risco para os pacientes^[5,6]. Não obstante sua importância, até o ano de 2014 não havia, na Rede Brasileira de Calibração (RBC), nenhum laboratório habilitado para calibrar a grandeza luminância em nosso país, razão que levou o Laboratório de Produtos para Saúde (Labprosaud), do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia da Bahia (IFBA) a implantar um método para calibração da luminância em fotômetros; o objetivo desse trabalho é descrever o método, os materiais e os resultados já obtidos no laboratório.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A instrumentação de referência utilizada é a fonte luminosa uniforme Labsphere XTH-2000C, composta por esfera integradora de 20 polegadas com pintura reflexiva de 98%, lâmpada de xenônio 300 W, lâmpada halógena 150W, fotodetector modelo DAS-050-P-RTA, radiômetro modelo SC 6000, espectrômetro UV-VIS-NIR, atenuadores variáveis modelo VA-200-SC e motor controlador modelo MC-1000. Este sistema produz luz com distribuição uniforme para dois espectros, com temperaturas de cor correlata nas faixas de 3000 K e 6000 K e está calibrado para medir luminância e radiância. Este instrumento fornece medida da grandeza luminância rastreável ao laboratório primário norte americano NIST - National Institute of Standards and Technology. Utilizou-se ainda um banco fotométrico desenvolvido pela empresa brasileira Konex, mas que demandou vários ajustes e adaptações para garantir um adequado alinhamento e posicionamento dos fotômetros com relação à fonte luminosa de referência. A estrutura física, os instrumentos, e os acessórios

foram montados a partir dos arranjos recomendados pela publicação NIST 250-37^[7] e pelo guia da IESNA^[8]. Para cada medição realizada foram garantidas as seguintes características dos arranjos: distância da saída do feixe luminoso da esfera integradora ao detector dos fotômetros de 50 cm; tempo de pre-aquecimento da esfera integradora de 60 min. Foram utilizados dois espectros luminosos: os iluminantes A e D55 da Commission Internationale de l'Eclairage, utilizados, respectivamente, em medições associadas à lâmpadas de filamento de tungstênio (2856 K) e simulação do sol do meio dia (5500 K).

O método de substituição para calibração obedeceu às etapas de: primeiro a realização separadamente de 5 medidas em cada faixa para o medidor de referência e para os corpos de prova devidamente posicionados; depois os cálculos dos desvios absolutos, e finalmente a estimativa das incertezas de medição, baseada no Guia para a Expressão de Incerteza de Medição (GUM)^[9].

3. RESULTADOS

Após a montagem do sistema, foram ensaiados quatro corpos de prova identificados pelo modelo, número serial e classificação DIN, conforme tabela I. Os resultados das médias de cinco medidas de luminância para cada faixa no medidor de referência XTH-2000C e nos corpos de prova estão apresentadas na tabela 1, juntamente com os desvios absolutos em relação ao medidor de referência, a incerteza expandida para um fator de abrangência $k=2$ (nível de confiança de 95%) e a data com rastreabilidade da última calibração dos corpos de prova. Ressalta-se que as últimas calibrações dos fotômetros testados foram realizadas em outros laboratórios dos Estados Unidos, Alemanha e Suíça, no período de 2011 a 2014. Todos os corpos de prova foram calibrados através do mesmo método de calibração e com o mesmo medidor padrão (repetitividade); os desvios absolutos serviram

como comparativo para avaliar a qualidade do método de calibração implantado no LABPROSAUD. Na tabela 2 apresentam-se a estimativa da incerteza de calibração da luminância.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÖES

Os desvios absolutos encontrados nas medições encontram-se dentro das faixas especificadas na Norma DIN 5032-7: *Photometry; classification of illuminance meters and luminance*, a qual classifica os medidores de luminância segundo seu Erro Total (f_{ges}) em Classe A (5%), Classe B (10%) ou Classe C (15%). Os resultados dos desvios absolutos nas faixas de medições para o corpo de prova RadioLux111 (S/N: 08134119 (DIN Classe A), mensurados no Iluminante A, variou entre 0,4% a 5,6% ($u(L_v) = 3,2\%$) e no Iluminante D55 de 0,7% a 1,2% ($u(L_v) = 3,7\%$). Resultados semelhantes foram obtidos para os demais fotômetros, com ressalva para o Piranha Red (S/N: CB2-11110363, Classe B), o qual, para o Iluminante D55, apresentou desvios absolutos entre 10,7% a 13,6% ($u(L_v) = 3,8\%$), resultado de certa forma esperado visto que sua última calibração foi realizada em 2011.

Os resultados mostram que o método implantado no LABPROSAUD gera resultados compatíveis com os valores especificados na norma DIN 5032-7, havendo, entretanto, a necessidade de validação formal do método, processo em andamento, além da possibilidade de otimização do processo com o desenvolvimento, também em curso, de um sistema de automação que permita o controle de posição e a aquisição direta de dados via computador.

REFERÊNCIAS

- [1] Illumination Fundamentals. Lighting Research Center. Rensselaer; EUA; 2000.
- [2] Regina Bitelli et all. Radiol Bras 2003;36(1):21–25.
- [3] American Association of Physicists in Medicine. AAPM On-Line Report No. 03
- [4]. The Royal College of Radiologists. Picture archiving and communication systems (PACS) and quality assurance.
- [5] Ribeiro LD, Furquim TAC. Rev Imagem (Online) 2010;32 (1/2) :7–12.
- [6] Pinto M, Pedro M, Santos A; Saraiva A. RadiolBras vol.45 no.1 São Paulo Jan./Feb. 2012.
- [7] National Institute of Standards and Technology. NIST 250-37 - PHOTOMETRIC CALIBRATIONS. 1997.
- [8] Engineering Society of North America. LIGHTING HANDBOOK. Ninth Edition. The Lighting Authority.
- [9] IMETRO. Guia para a Expressão de Incerteza de Medição. GUM 2008. Rio de Janeiro; IMMETRO; 2012.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no LABPROSAUD – IFBA, através de um projeto financiado pelo Ministérios da Saúde e da Ciência, Tecnologia e Inovação (FINEP) e com o apoio da FAPESB/Bolsas ProPARQ. Agradecimento também a FAPESB pela concessão da bolsa de mestrado e a Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública e seu corpo docente.

Tabela 1 - Dados comparativos entre a luminância do medidor padrão XTH-2000C do LABPROSAUD e as leituras encontradas nos corpos e prova

Instrumento	Iluminante A [cd/m ²]	Iluminante D55 [cd/m ²]	Desvio Absoluto ¹ Il. A [%]	Desvio Absoluto ¹ Il. D55 [%]	U _A ² [%]	U _{D55} ³ [%]	Última calibração e rastreadibilidade
XTH-2000C ¹ S/N: 08134119	6059	18659	-	-	3,0	3,6	Fevereiro 2014 NIST -National Institute of Standards and Technology of EUA
	4497	11688	-	-	3,0	3,6	
	2683	5281	-	-	3,0	3,6	
	1751	3195	-	-	3,0	3,6	
	1020	1858	-	-	3,0	3,6	
	547,7	1002	-	-	3,0	3,6	
RadioLux111 S/N: 08134119 Classe A	6036	18444	0,4	0,7	3,0	3,6	Janeiro 2014 PTB - Physikalisch- Technische Bundesanstalt of Germany
	4338	11508	3,5	1,2	3,0	3,6	
	2555	5240	7,0	1,2	3,0	3,7	
	1682	3174	4,0	1,2	3,0	3,6	
	963,2	1850	5,6	1,1	3,0	3,6	
Piranha Black - L100 S/N: CB2-14020035 Classe B	518,4	1021	5,2	0,9	3,0	3,6	Março 2014 SP - National measurement standards of Sweden
	5692	17463	6,1	6,0	3,1	3,7	
	4108	10768	8,6	7,6	3,0	3,6	
	2528	4901	5,8	7,6	3,0	4,3	
	1641	2960	6,3	7,9	3,0	3,6	
Accu Gold+ AGLS S/N: 40-0238 Classe A	941	1732	7,0	7,4	3,1	3,6	Agosto 2013 Radcal Cooperation (EUA)
	494	936	9,7	9,2	3,2	3,7	
	5948	17494	1,8	5,9	3,0	3,7	
	4426	11017	1,6	5,4	3,0	3,7	
	2647	5008	1,4	5,6	3,0	3,9	
Piranha Red - L100 CB2-11110363 Classe B	1728	3033	1,3	5,6	3,0	3,8	Dezembro 2011 SP - National measurement standards of Sweden
	1013	1773	0,7	5,2	3,0	3,6	
	540,9	977	1,1	5,2	3,0	3,7	
	5957	16586	1,7	10,7	3,0	3,8	
	4105	10071	8,7	13,6	3,0	3,6	
	2473	4695	7,8	11,5	3,0	3,8	
	1614	2829	7,9	11,9	3,0	3,6	
	935	1630	8,4	12,9	3,0	3,6	
	496	895	9,3	13,1	3,2	3,8	

Desvio Absoluto¹: É o desvio absoluto em relação a leitura no medidor padrão XTH-2000C

U_A²: O valor da incerteza expandida [$k = 2$] calculada para a medida de luminância no Iluminante A

U_{D55}³: O valor da incerteza expandida [$k = 2$] calculada para a medida de luminância no Iluminante D55

Tabela 2 – Estimativa da incerteza para calibração de luminância

Componente de incerteza	Incerteza expandida relativa ($k=2$) [%]	
	Tipo A	Tipo B
Calibração do medidor padrão		3,0
DPEM ¹ das medidas do medidor padrão	0,06	
Resolução do medidor padrão		0,5
Posicionamento		0,3
DPEM ¹ das medidas do corpo de prova**	0,04	
Resolução do corpo de prova		0,5
Varição de corrente na lâmpada padrão		0,1
Espalhamento luminoso no banco fotométrico		0,01
Incompatibilidade espectral ***		0,4
Incerteza expandida	3,0% ($k = 2$)	

¹DPEM: Desvio padrão experimental da média

** O valor da incerteza depende do instrumento calibrado

***O valor da incerteza depende do Iluminante usado na calibração