



Comparação Interlaboratorial de Instrumentos de Medição de Intensidade de Campo Eletromagnético.

An Interlaboratory Comparison Programme on Measuring Instruments Electromagnetic Field.

Edison Silva Filho¹, Diego Rosa¹, Fernando Graziani Barbarine², Marcelo Oliveira Gonçalves², Henrique Takachi Moriya¹, Miguel Rosa Nunes¹, José Carlos Teixeira de Barros Moraes¹

¹ Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; ²Instituto Brasileiro de Ensaio de Conformidade

E-mail: edison@leb.usp.br

Resumo: A confiabilidade de um instrumento de medição caracteriza-se principalmente por sua rastreabilidade. Infelizmente, nem todos os instrumentos são passíveis de serem calibrados pelos Laboratórios acreditados pela CGCRE (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro), como por exemplo, os medidores de campo eletromagnético utilizados na medição de fuga de radiação em equipamentos de micro-ondas para terapia. Uma alternativa para solucionar o problema da confiabilidade é a elaboração de um programa de comparação interlaboratorial. O presente trabalho teve como objetivo apresentar à sistemática e o resultado de um Programa de Comparação Bilateral com dois medidores de intensidade de campo eletromagnético. Os resultados foram aceitáveis.

Palavras-chave: Confiabilidade, Campo eletromagnético, Calibração, Micro-ondas.

Abstract: The reliability of a measuring instrument is mainly characterized by its traceability. Unfortunately in Brazil, not all instruments are capable of being calibrated by Laboratories of the CGCRE (General Coordination for Accreditation of Inmetro), such as measuring instrument electromagnetic field utilized to measure microwave leakage. An alternative to solve the issue of reliability is the elaboration of an interlaboratory program. This study aimed to present a systematic comparison and results of a bilateral program applied to two measuring instrument electromagnetic field. All results have been considered acceptable.

Keywords: Interlaboratory Comparison, Calibration, Microwave.

1. INTRODUÇÃO

Na medicina moderna são empregados diferentes procedimentos terapêuticos no tratamento e alívio da dor, como por exemplo, a terapia de diatermia por micro-ondas [1]. O equipamento de terapia por micro-ondas é aquele para o tratamento de pacientes por meio de propagação de campo eletromagnético em uma faixa de frequência superior a 300 MHz, mas que não exceda 30 GHz [2].

Os equipamentos de terapia por micro-ondas necessitam ser registrados na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para que possam ser comercializados no Brasil [3]. Um dos requisitos para o equipamento obter o seu registro é o atendimento às prescrições de ensaios de segurança e desempenho essenciais descritas na Série de Normas Técnicas ABNT NBR IEC 60601.

A Norma IEC 60601-2-6:2012 é especificamente utilizada para ensaios em equipamento de micro-ondas e, dentre as suas prescrições, deve-se medir a fuga de radiação pelo gabinete do equipamento. Essa radiação não pode ultrapassar o limite de $10\text{mW}/\text{cm}^2$ ou $165,76\text{dBuV}/\text{m}$ quando medida por meio de um instrumento de medição de intensidade de campo eletromagnético posicionado a uma determinada distância do equipamento, cabos e conectores. Atualmente, um dos problemas enfrentados pelos Laboratórios de ensaios de equipamentos eletromédicos é a rastreabilidade deste instrumento de medição, pois não há Laboratórios acreditados pela CGCRE que façam a calibração no mesmo. Uma alternativa para melhorar a confiabilidade metrológica é a realização de uma comparação entre Laboratórios.

Um Programa de Comparação Interlaboratorial é uma ferramenta para a garantia de qualidade analítica de resultados, onde é identificado o

desempenho de cada participante em relação ao grupo [4].

O presente trabalho teve como objetivo apresentar a sistemática de um Programa de Comparação Bilateral com dois medidores de intensidade de campo eletromagnético.

2. MATERIAIS E METODOS

Neste Programa de Comparação participaram a Divisão de Ensaios e Calibração do Laboratório de Engenharia Biomédica da Universidade de São Paulo (DEC-LEB/EPUSP) e o Instituto Brasileiro de Ensaio de Conformidade (IBEC).

Optou-se pela geração do sinal de ensaio através da metodologia do Anexo I da Norma IEC 61000-4-3:2006. Para a medição da intensidade de campo foi utilizada a metodologia do item 201.10.3.102 da Norma IEC 60601-2-6:2012. A metodologia de medição estabelecida por esta Norma é semelhante ao processo de calibração do campo descrito na IEC 61000-4-3:2006, se resumindo ao posicionamento do medidor de intensidade de campo a distâncias estabelecidas da fonte emissora.

Todas as medições foram realizadas nas instalações do Laboratório de compatibilidade eletromagnética do IBEC em uma câmara semianecóica (CISPR10m, Ray Proof, EUA). A DEC/LEB-EPUSP utilizou para realizar as medições um medidor de intensidade de campo (NBM – 550, Narda, Alemanha) com ponta de prova específica (EF - 5091, Narda, Alemanha). O IBEC utilizou outro medidor de intensidade de campo (RFP-05, EMC TEST DESIGN LLC, EUA).

A montagem da geração de campo eletromagnético e sua medição estão representadas na figura 1.

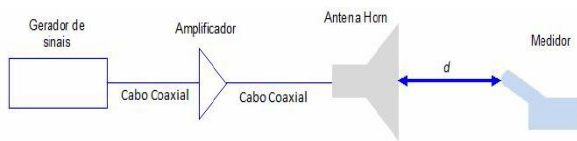


Figura 1: Montagem para medição da intensidade do campo eletromagnético.

A montagem de medição consistiu em ajustar a altura da antena e da ponta de prova do medidor de campo em 1,05m em relação ao solo. A distância d entre a antena e a ponta de prova do medidor foi fixada em 100 cm, 50 cm, 25 cm e 10 cm.

A fonte geradora de campo (SMT06, Rohde & Schwarz, Alemanha) foi configurada para gerar um sinal de +3 dBm em 2,45 GHz, amplificado por um amplificador de estado sólido de 40dB (IFIS31-10, IFI, EUA) conectado a uma antena tipo Horn de alto ganho (3115, EMCO, EUA). Todos os equipamentos estavam presentes no plano de calibração, verificação e qualificação do IBEC.

Para cada distância d foram realizadas três medições de intensidade de campo com os instrumentos configurados para obtenção de 60 valores por minuto na unidade de volts por metro (V/m). O sinal de ensaio foi transmitido por, no mínimo, 1 minuto em cada ciclo de medição e, em cada etapa, o medidor foi removido do local de teste e posicionado novamente para avaliar se variações de posição poderiam interferir no resultado da medição.

Os valores medidos para cada distância foram coletados e tratados de modo a obter um valor mais provável associado a uma incerteza com aproximadamente 95% de confiança [5]. A análise dos resultados foi efetuada por meio do erro normalizado (E_n), como descrito em (2.1):

$$E_n = \frac{V_{IBEC} - V_{DEC}}{\sqrt{U_{IBEC}^2 + U_{DEC}^2}} \quad (2.1)$$

onde:

VIBEC = Valor medido pelo Laboratório IBEC.

VDEC = Valor medido pelo Laboratório DEC-LEB.

UIBEC = Incerteza do Laboratório IBEC.

UDEC = Incerteza do Laboratório DEC-LEB.

O critério de aceitação dos resultados adotados pelos Laboratórios envolvidos considera o valor do erro normalizado. Quando o mesmo for ≤ 1 é classificado como aceitável. Quando for > 1 é classificado como inaceitável [6].

Os valores medidos em V/m foram convertidos para mW/cm^2 como descrito em (2.2):

$$\frac{mW}{cm^2} = \left(\left(\frac{V}{m} \right)^2 / 377 \right) * 0,1 \quad (2.2)$$

Os valores medidos em V/m foram convertidos para dBuV/m como descrito em (2.3):

$$\frac{dBuV}{m} = 20 * \log ([V/m] * 1E^{+6}) \quad (2.3)$$

Todas as incertezas foram calculadas em dB.

3. RESULTADOS

As tabelas 1 e 2 apresentam os resultados da comparação, incluindo suas respectivas incertezas (U) e o erro normalizado (E_n).

Tabela 1: Resultado da Medida de Intensidade de Campo Eletromagnético.

Resultados				
Distância d [cm]	Medido [V/m]		Convertido [mW/cm^2]	
	IBEC	DEC-LEB	IBEC	DEC-LEB
100	51,90	53,67	0,71	0,76
50	98,90	101,34	2,59	2,72
25	165,00	163,26	7,22	7,07
10	270,00	261,74	19,34	18,17

Tabela 2: Resultado da Medida de Intensidade de Campo Eletromagnético convertido para dB.

Resultados					
Distância d [cm]	IBEC		DEC-LEB		En
	Medido [dBuV/m]	U [dB]	Medido [dBuV/m]	U [dB]	
100	154,30	±2,93	154,60	±2,22	0,08
50	159,90	±2,93	160,12	±2,21	0,06
25	164,30	±2,93	164,26	±2,21	0,01
10	168,60	±2,93	168,36	±2,21	0,06

4. DISCUSSÃO

Para a realização da comparação bilateral não foi utilizado um equipamento de terapia por micro-ondas convencional, pois aspectos construtivos do mesmo poderiam comprometer o resultado da comparação e dificultaria a interpretação dos resultados devido à sua baixa repetitividade.

Não foi realizada a varredura na fonte de geração de campo como prescreve o item 201.10.3.102 da Norma IEC 60601-2-6:2012, pois foi utilizada uma antena que apresenta um ganho direcional e diagrama de radiação conhecido.

Ao analisar os resultados finais por meio do uso do erro normalizado, verificou-se que todos os resultados obtidos foram aceitáveis.

Como atualmente não existem Laboratórios de calibração para o medidor de campo eletromagnético no Brasil, uma alternativa que se mostra mais viável para garantir a confiabilidade metrológica desse instrumento de medição é a realização da comparação interlaboratorial. Levando-se em conta o sucesso da comparação bilateral, esta pode ser utilizada na estruturação de uma comparação interlaboratorial aberta a todos os interessados na área.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a metodologia adotada nesta comparação bilateral foi satisfatória, mantendo a reprodutibilidade do processo de medição pela estabilidade da intensidade do campo gerado.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

- [1] Anguera, M. G. **Exposição à radiação não-ionizante emitida por equipamentos terapêuticos de micro-ondas e morbidade referida em fisioterapeutas**. 2012. Tese de doutorado - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
- [2] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 60601-2-6: Medical Electrical Equipment – Part 2-6: Particular requirements for the basic safety and essential performance of microwave therapy equipment**. Genebra, 2012.
- [3] Rosa, D. A. O. **Gerenciamento de Risco Aplicado a Procedimentos de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos**. 2012. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo.
- [4] Rodrigues, M. S. **Programa de comparação interlaboratorial: uma ferramenta para a garantia de qualidade analítica entre Laboratórios**. 2008. Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Eng. De Produção – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- [5] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL, **Guia para Expressão de Incerteza de Medição**, 3ª edição 2003.
- [6] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO IEC 17043: Conformity assessment - General requirements for proficiency testing**. Genebra, 2010.