

Utilização de célula GTEM em comparação interlaboratorial de emissão radiada

Using GTEM Cell in interlaboratorial comparison of radiated emission

A. Raizer ¹, M.P. Fonseca ¹

¹ GEMCO – Grupo de Engenharia em Compatibilidade Eletromagnética; MagLab – Laboratório de Eletromagnetismo e Compatibilidade Eletromagnética; Universidade Federal de Santa Catarina

E-mail: adroaldo.raizer@ufsc.br; gerencia.maglab@contato.ufsc.br

Resumo: Este artigo apresenta o uso de célula GTEM em duas comparações interlaboratoriais de emissão radiada. O desempenho da célula GTEM foi comparado com outras medidas utilizando salas anecóicas completas (FAR), câmaras semi-anecóicas (SAC) e local de teste de área aberta (OATS). Os resultados de cada laboratório participante foram analisados estatisticamente usando o teste de Grubbs para remover *outliers*. O desempenho de cada participante foi estatisticamente verificado através do método de Erro normalizado (E_n) descrito na ISO 13528.

Palavras-chave: Célula GTEM, Comparação Interlaboratorial, Emissão Radiada.

Abstract: This paper presents the use of a GTEM cell in two interlaboratory comparisons of radiated emissions. The performance of the GTEM cell was compared with other measurements using full anechoic rooms (FAR), semi-anechoic chambers (SAC) and open area test site (OATS). The results of each participating laboratories were statistically analyzed using Grubbs test to remove outliers. The performance of each participating was statistical verified through Standard Error (E_n) described in ISO 13528.

Keywords: GTEM Cell, Interlaboratorial Comparisons, Radiated Emission.

1. INTRODUÇÃO

Ensaio de proficiência e comparações interlaboratoriais são requisitos importantes prescritos na ABNT NBR ISO/IEC 17025 [1]. Este é um passo importante para alcançar o objetivo geral dos requisitos técnicos, garantindo que os laboratórios de testes gerem dados tecnicamente válidos. O programa de

comparação interlaboratorial, utilizado pelos laboratórios de ensaio e calibração, é uma maneira objetiva de demonstrar a validade dos dados obtidos durante os ensaios e calibrações, auxiliando os laboratórios a monitorar a qualidade dos resultados obtidos. Em sua grande maioria, os ensaios de proficiência de emissão radiada são destinados somente às câmaras semi-anecóicas (SAC), câmaras anecóicas completa

(FAR) e local de teste em área aberta (OATS). Neles são analisadas as medições dos campos elétricos em polarização horizontal e vertical em várias alturas da antena, opondo-se ao item 10.3.4 da CISPR22 [2], o qual informa que deve ser verificado apenas o valor máximo do campo elétrico, independentemente da polarização da antena. Com esta demanda por medições em polarização vertical e horizontal, a participação de laboratórios que utilizam células GTEM é excluída.

Com base nas diretrizes de garantia da qualidade, dois programas de comparação interlaboratorial foram realizados de acordo com a CISPR22 [2], para os testes de emissão radiada e conduzida. Em ambos os programas, participaram laboratórios acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO (CGCRE) do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Este órgão regulamentador possui o Acordo de Reconhecimento Mútuo (MRA) da Cooperação Internacional de Acreditação de Laboratório (ILAC) e Cooperação Inter-Americana de Acreditação (IAAC).

Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste de Grubbs [3] para detectar e remover *outliers* em cada faixa de medição. O método do método Erro Normalizado (E_n) foi utilizado para analisar o desempenho de cada laboratório participante. Somente os resultados dos testes de emissão radiada serão apresentados na sequência deste trabalho. Conforme item 4.10 da ABNT NBR ISO/IEC 17043[4], o qual trata dos requisitos de confidencialidade em ensaios de proficiência, toda informação referente aos laboratórios participantes devem ser confidenciais e assim a identificação deve ser rotulada. Por isso, apenas as informações do MagLab/UFSC serão apresentadas.

2. METODOLOGIA

Nas duas comparações interlaboratoriais do ensaio de emissão radiada de acordo com a

CISPR22 [2], o MagLab/UFSC utilizou células GTEM para as medições. Nessas comparações interlaboratoriais, as amostras de ESTs (Equipamento Sob Teste) foram geradores de ruído de banda larga com faixas de frequência de operação diferentes, estáveis e fabricados especificamente para avaliação de desempenho de ambientes de ensaio. As medições em ambas as comparações foram realizadas considerando a distância de 3 metros para medições de emissão radiada em SAR, FAR ou OATS de acordo com a CISPR 16-1-4 [5], ou de acordo com a IEC 61000-4-20 [6] com correlação à distância de 3 metros, se utilizado célula GTEM. Cada laboratório apresentou os máximos valores de campo elétrico nas faixas de frequência designadas pelos coordenadores das respectivas comparações interlaboratoriais, utilizando o detector quase-pico (QP) independentemente da polarização da antena.

2.1. Comparação interlaboratorial de 2012

Entre maio e novembro de 2012, foram realizadas as medições, em que a amostra do EST seguiu o arranjo descrito na CISPR22 [2] para ensaio de emissão radiada, onde realizou-se medições nas faixas de 40 a 60 MHz, 540 a 560 MHz e 940 a 960 MHz.

2.1. Comparação interlaboratorial de 2016

Entre agosto de 2016 e fevereiro de 2017, medidas similares foram realizadas na amostra do EST, sendo este considerado um equipamento *tabletop* e seguiu o arranjo descrito na CISPR22 [2]. As medidas foram realizadas nas faixas de 49 a 51 MHz, 99 a 101 MHz, 199 a 201 MHz, 399 a 401 MHz, 599 a 601 MHz e 899 a 901 MHz.

3. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Para análise dos dados de ambas as comparações interlaboratoriais, o teste de Grubbs [3] foi usado para detectar e remover *outliers*, usando um nível de significância de 0,05 em cada faixa de medição. Com a exclusão do *outlier*, a média aritmética e o desvio padrão foram calculados

para utilização como valor de referência em cada intervalo de medição. Para análise do desempenho de cada laboratório participante, foi utilizado o método de Erro Normalizado (E_n), de acordo com (1), de baseado na ISO 13528 [3].

$$E_n = \frac{X_i - X_{ref}}{\sqrt{u_i^2 + u_{ref}^2}} \quad (1)$$

onde X_i é a medida de laboratório participante, X_{ref} é o valor da medida de referência, u_i e u_{ref} são suas incertezas expandidas correspondentes.

Os resultados obtidos no cálculo de (1) podem ser descritos como satisfatório ou insatisfatório de acordo com (2):

$$\begin{aligned} |E_n| \leq 1, & \text{ resultado satisfatório} \\ |E_n| > 1, & \text{ resultado insatisfatório} \end{aligned} \quad (2)$$

3.1. Análise dos dados da comparação interlaboratorial de 2012

O Erro Normalizado (E_n) foi calculado para todas as faixas de frequência medidas, apresentados nas figuras 3 a 5. Conforme observado na figura 3, os LAB1 e LAB9 apresentaram resultado insatisfatório na faixa de 40 a 60 MHz, dado que ambos obtiveram o módulo de (1) maior que 1.

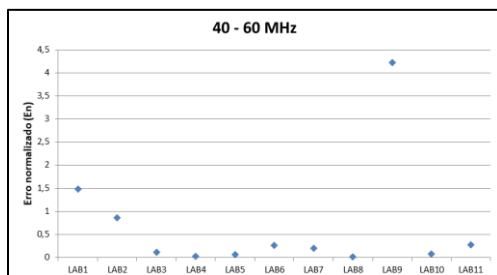


Figura 3 – Erro normalizado para a faixa de 40 a 60 MHz.

O resultado apresentado pelo LAB1 na faixa de 540 a 560 MHz foi classificado como insatisfatório devido ao valor obtido em (1) ser maior que 1, conforme observado na figura 4.

Como apresentado na figura 5, somente o LAB1 não apresentou resultado para a faixa de 940 a 960 MHz. Os demais participantes obtiveram resultados satisfatórios, obtendo o módulo de (1) menor que 1. Os resultados do MagLab/UFSC

utilizando célula GTEM são apresentados como LAB4, obtendo resultados satisfatórios em todas as faixas de frequência medidas.

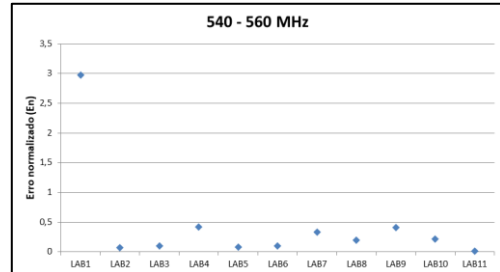


Figura 4 – Erro normalizado para a faixa de 540 a 560 MHz.

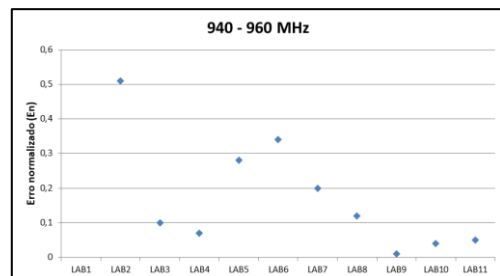


Figura 5 – Erro normalizado para a faixa de 940 a 960 MHz.

3.1. Análise dos dados da comparação interlaboratorial de 2016

No tratamento inicial dos resultados, detectou-se que o resultado apresentado pelo LAB7 na faixa de 899 a 901 MHz era *outliers*, baseado no método descrito em [3]. Após a remoção destes *outliers*, o Erro Normalizado (E_n) foi calculado e está apresentado nas figuras 6 a 10. Somente o LAB10 não apresentou o resultado para o faixa de 99 a 101 MHz. O MagLab/UFSC obteve resultados satisfatórios em todas faixas de mediação utilizando célula GTEM, sendo apresentado como LAB12.

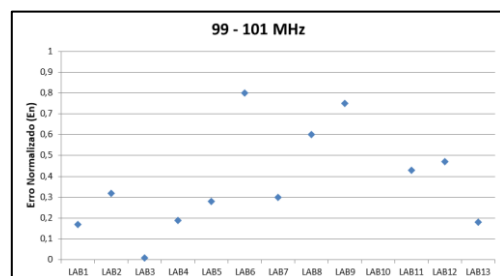


Figura 6 – Erro normalizado para a faixa de 99 a 101 MHz.

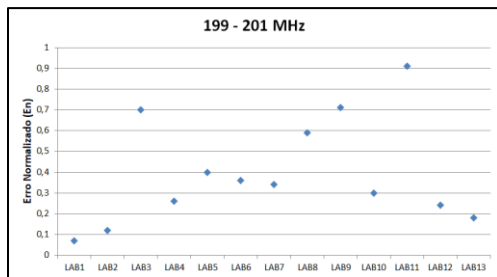


Figura 7 – Erro normalizado para a faixa de 199 a 201 MHz.

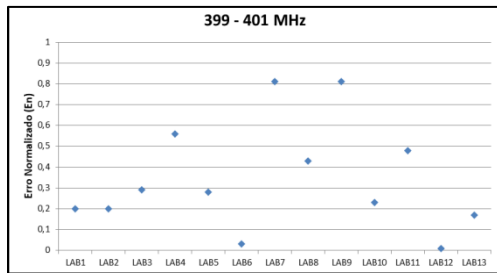


Figura 8 – Erro normalizado para a faixa de 399 a 401 MHz.

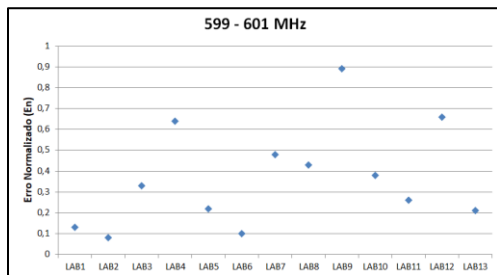


Figura 9 – Erro normalizado para a faixa de 599 a 601 MHz.

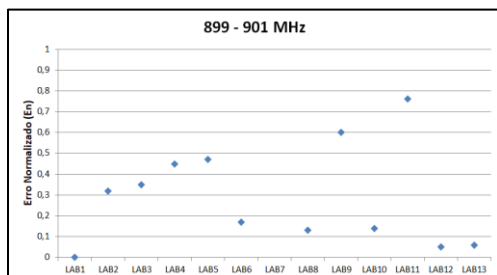


Figura 10 – Erro normalizado para a faixa de 899 a 901 MHz.

4. CONCLUSÃO

Os programas de comparação interlaboratorial descritos neste artigo forneceram informações importantes para analisar a conformidade de cada laboratório participante em relação ao ensaio de emissão radiada, de acordo com a CISPR22 [2], aplicando os requisitos de Garantia de Qualidade ABNT NBR ISO/IEC 17025 [1].

Com base nos resultados da comparação interlaboratorial de 2012, o LAB1 apresentou resultados insatisfatórios na faixa de 40 a 60 MHz e 540 a 560 MHz, não apresentando resultados para a faixa de 940 a 960 MHz. O LAB9 também obteve um resultado insatisfatório na faixa de 40 a 60 MHz.

Conforme apresentado nos resultados da comparação interlaboratorial de 2016, todos os participantes obtiveram resultados satisfatórios, excluindo-se os *outliers*.

O desempenho do MagLab/UFSC usando célula GTEM foi avaliado como satisfatório em todos os intervalos de medição para a comparação interlaboratorial 2012 e para a comparação interlaboratorial de 2016.

Dado esse desempenho, é possível aumentar a fundamentação prática sobre a utilização de células GTEM para ambientes de ensaio de emissão radiada, uma vez que os resultados obtidos neste tipo de ambiente de ensaio são estatisticamente válidos quando comparados com FAR, SAC e OATS.

REFERÊNCIAS

- [1] *Requisitos Gerais para a competência de laboratórios de ensaios e calibração*, ABNT NBR ISO/IEC 17025, ed. 2.0, 2005
- [2] *Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement*, CISPR22 ed. 6.0, 2008.
- [3] *Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison*, ISO 13528 ed. 2.0, 2015.
- [4] *Avaliação da conformidade — Requisitos gerais para ensaios de proficiência*, ABNT NBR ISO/IEC 17043, ed. 1.0, 2010.
- [5] *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*, CISPR 16-1-4, ed. 3.0, 2010.
- [6] *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-20: Testing and measurement techniques - Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides*, IEC 61000-4-20 ed. 2.0, 2010.