



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GET/13

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO - XIV

GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DA GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - GET

AValiação DO MÉTODo INDEPENDENTE DE MEDIÇÃO DE PERTURBAÇÕES RADIADAS – ANEXO B DA CISPR 15

**Alessandra da C. B. P. de Souza(*)
ELETROBRAS/CEPEL**

**Maurício Barreto Lisboa
ELETROBRAS/CEPEL**

**Willians F. de O. Rosa
ELETROBRAS/CEPEL**

RESUMO

Esse artigo visa avaliar o método alternativo de ensaio do anexo B da CISPR 15 para lâmpadas e luminárias LED, um método independente de medição de perturbações eletromagnéticas radiadas, que apresenta uma configuração de ensaios mais compacta e menos onerosa devido a não utilização de câmara anecóica.

Se o equipamento de iluminação estiver em conformidade com os requisitos do anexo B da CISPR 15, é considerado cumpridor dos limites estabelecidos no ensaio completo para perturbações eletromagnéticas radiadas na faixa de frequência de 30 a 300 MHz a uma distância de medição de 10m em uma sala blindada.

PALAVRAS-CHAVE

Iluminação, LED, compatibilidade, eletromagnética, eletroeletrônicos

1.0 - INTRODUÇÃO

Equipamentos eletroeletrônicos podem gerar perturbações eletromagnéticas que tendem a prejudicar o desempenho de outros aparelhos. O ideal é que os equipamentos convivam em um ambiente de equilíbrio onde não sofram interferências por perturbações eletromagnéticas do ambiente e nem interfiram no funcionamento dos demais dispositivos do sistema.

As perturbações eletromagnéticas podem provocar desde pequenos danos de funcionamento, como interferências em televisões ou rádios, a queima do equipamento até mesmo danos mais sérios como queda de aviões devido a falhas de controles eletrônicos e vítimas humanas por interferências em equipamentos hospitalares.

A capacidade dos equipamentos de operarem normalmente em um ambiente eletromagnético sem causar interferência em outros equipamentos, bem como não serem interferidos por perturbações eletromagnéticas presentes é conhecido como compatibilidade eletromagnética.

Na Europa, tanto as normas de emissão de perturbações quanto de imunidade são obrigatórias. Nos Estados Unidos, as normas de emissão de perturbações são obrigatórias e as normas de imunidade são voluntárias, pois se entende que produtos com baixa imunidade serão rejeitados pelo mercado.

No Brasil, a utilização de equipamentos eletroeletrônicos na área de iluminação cresceu muito nos últimos anos e a compatibilidade eletromagnética de equipamentos de iluminação é um fenômeno que até pouco tempo não era avaliado. Porém, com a publicação da Portaria nº 389, de 25 de agosto de 2014, do Inmetro, essa avaliação torna-se obrigatória para lâmpadas de LED com dispositivos de controle integrados à base.

(*) Av. Horácio Macedo, nº 354 – sala 11 - Bloco I – CEP 21.941-911 Rio de Janeiro, RJ, – Brasil
Tel: (+55 21) 2598-6044 – Fax: (+55 21) 2598-6459 – Email: abarbosa@cepel.br

O ensaio para a avaliação da compatibilidade eletromagnética das lâmpadas de LED com dispositivos de controle integrados à base faz parte dos ensaios de segurança e pode ser reprobatório para certificação da lâmpada de LED. O ensaio é realizado em uma lâmpada completa conforme a norma *CISPR 15 – Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment* ou sua versão brasileira ABNT NBR IEC/CISPR 15:2014 – Limites e métodos de medição das radioperturbações características dos equipamentos elétricos de iluminação e similares, o que estiver mais atualizado.

A norma define três ensaios para avaliação da compatibilidade eletromagnética em lâmpadas Led, são eles: Tensões de perturbação em terminais de alimentação, Perturbações eletromagnéticas radiadas – Campo magnético e Perturbações eletromagnéticas radiadas – Campo elétrico.

Atualmente, existem poucos laboratórios equipados e capacitados para este ensaio, por envolver dispositivos e infraestrutura bastante onerosa, conforme Figura 1.

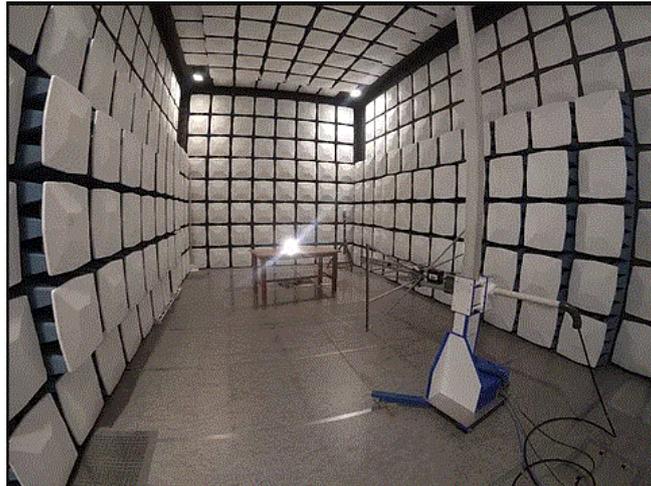


FIGURA 1 – Ensaio de perturbações radiadas em uma sala blindada com mais de 10m de comprimento
Fonte: site www.expersolution.com.br

2.0 - METODOLOGIA

O laboratório de iluminação do Cepel separou 3 modelos diferentes de lâmpadas LED e enviou a dois laboratórios distintos, acreditados pelo Inmetro, para o ensaio de compatibilidade eletromagnética, sendo o laboratório 1 para realizar o ensaio completo para perturbações eletromagnéticas radiadas na faixa de frequência de 30 a 300 MHz a uma distância de medição de 10m em uma sala blindada e o laboratório 2 para realizar o método alternativo de ensaio do anexo B da CISPR 15.

Todos os ensaios foram realizados em 127V.

As amostras enviadas foram:

- Amostra 1: Lâmpada tubular de LED, soquete G13, 9W, bivolt, 4000K, mostrada na Figura 2.
- Amostra 2: Lâmpada LED tipo bulbo, soquete E-27, 9W, bivolt, 5000K, mostrada na Figura 2.
- Amostra 3: Lâmpada LED tipo bulbo, soquete E-27, 20W, bivolt, 6500K, mostrada na Figura 2.



FIGURA 2 – Modelos utilizados nos ensaios

2.1 Ensaio para perturbações eletromagnéticas radiadas na faixa de frequência de 30 a 300 MHz

A irradiação eletromagnética é o fenômeno em que a energia na forma de onda eletromagnética é emanada da fonte para o espaço. Em sua medição, tem-se interesse na intensidade de campo elétrico a certa distância do equipamento sob teste. Devem ser tomadas precauções para que as medidas representem de maneira confiável a emissão do equipamento sob teste. Comumente utiliza-se a câmara anecóica, que provê facilidades de medidas internas e alta isolamento do meio externo. Como o seu custo aumenta muito com suas dimensões, nem sempre é possível uma construção de grande tamanho. A Figura 3 apresenta a configuração para ensaios de emissão irradiada em uma câmara anecóica.

Os sinais captados pela antena são encaminhados ao receptor com emprego de um cabo de conexão. O receptor realiza a medição e, através de cálculos em que se leva em conta o ganho da antena, encontra-se a intensidade de campo elétrico a uma distância definida do equipamento sob teste, que para lâmpadas e luminárias LED é de 10m.

O equipamento sob teste deve ter sua orientação modificada através de mesas giratórias, localizando-se os pontos de maiores níveis de emissão para cada frequência. A medição é feita com as antenas em polarização horizontal e vertical. Após as medições apresentam-se gráficos da intensidade de campo elétrico em função da frequência para cada caso.

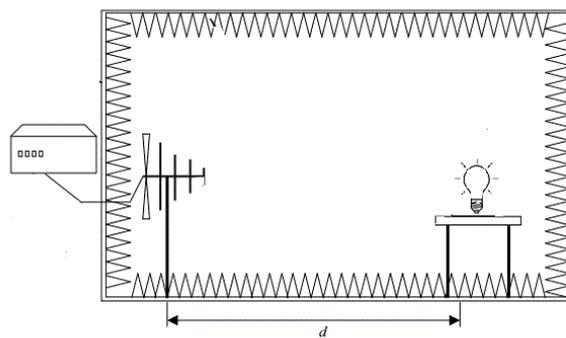


FIGURA 3 – Configuração para ensaios de emissão radiada em uma câmara anecóica – adaptado de (6)

2.2 Método independente de medição de perturbações eletromagnéticas radiadas

No método alternativo, o equipamento de iluminação é colocado em um mais blocos não condutivos, com altura ($10 \pm 0,2$) cm, que por sua vez são colocados em uma placa de metal ligada à terra, com dimensões pelo menos 20 cm maiores que o equipamento de iluminação.

O equipamento de iluminação é ligado através de cabo de alimentação em um rede de acoplamento/desacoplamento (CDN) adequada.

A medição pode ser realizada em um sala não blindada.

Se o equipamento de iluminação atender aos limites estabelecidos por esse ensaio, é considerado cumpridor dos requisitos no ensaio completo para perturbações eletromagnéticas radiadas na faixa de frequência de 30 a 300 MHz.

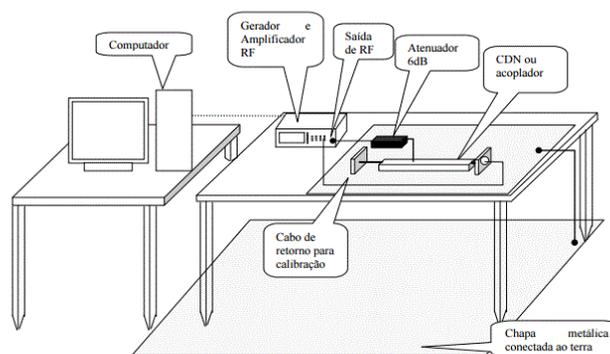


FIGURA 4 – Configuração para método alternativo – adaptado de (6)

2.3 Resultados e comentários

A seguir são apresentados os resultados obtidos na comparação entre o ensaio completo para perturbações eletromagnéticas radiadas na faixa de frequência de 30 a 300 MHz e o método alternativo.

A Figura 5 apresenta a comparação entre o ensaio completo e o método alternativo para a amostra 1, onde a linha vermelha representa o limite de quase pico, em $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$, exigido pela CISPR 15, o gráfico à esquerda representa a medição realizada pelo laboratório 1 (ensaio completo) e o gráfico à direita representa a medição realizada pelo laboratório 2 (método alternativo).

O nível de perturbação medido ($\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$), já corrigido pelos respectivos fatores, utilizando o detector de quase-pico está representado nos gráficos da Figura 3 por losangos azuis para o laboratório 1 (ensaio completo) e por setas vermelhas para o laboratório 2 (método alternativo).

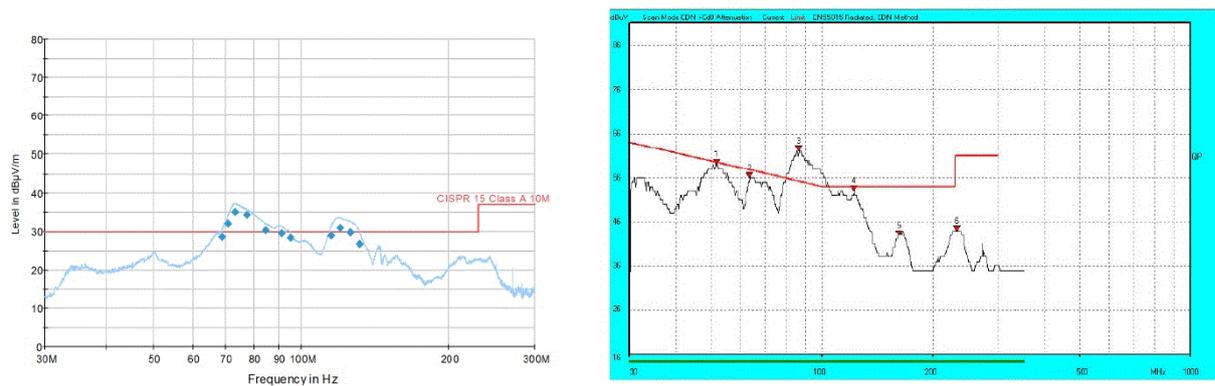


FIGURA 5 – Ensaio completo x método alternativo – Amostra 1

Podemos verificar que o nível de perturbação medido, em $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$, na amostra 1 ultrapassou os limites exigidos pela CISPR 15, nos dois métodos de ensaio, o que reprovou a amostra para a portaria do Inmetro nº 389.

A Figura 6 apresenta a comparação entre o ensaio completo e o método alternativo para a amostra 2.

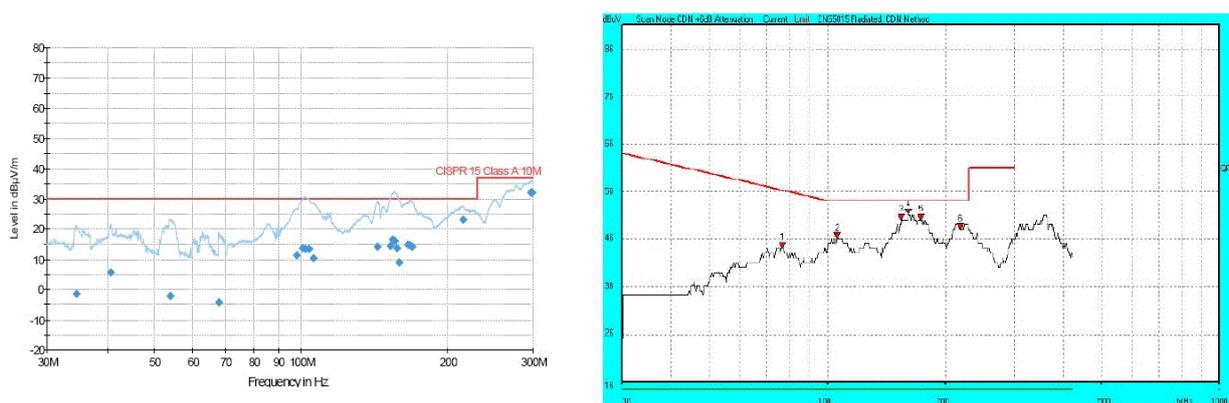


FIGURA 6 – Ensaio completo x método alternativo – Amostra 2

Podemos verificar que o nível de perturbação medido na amostra 2 não ultrapassou os limites exigidos pela CISPR 15, nos dois métodos de ensaio, o que aprovou a amostra para a portaria do Inmetro nº 389.

A Figura 7 apresenta a comparação entre o ensaio completo e o método alternativo para a amostra 3.

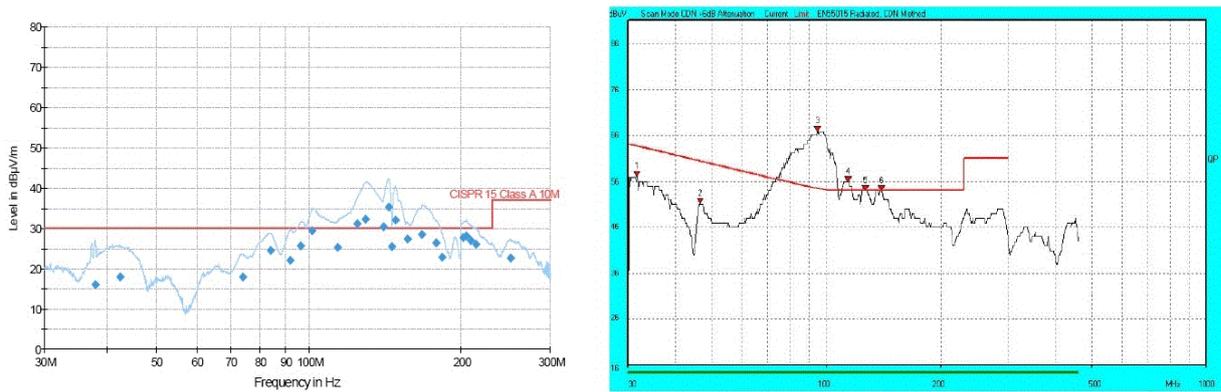


FIGURA 7 – Ensaio completo x método alternativo – Amostra 3

Podemos verificar que o nível de perturbação medido na amostra 3 ultrapassou os limites exigidos pela CISPR 15, nos dois métodos de ensaio, o que reprova a amostra para a portaria do Inmetro nº 389.

Podemos ver pelos resultados das medições nos gráficos das Figuras 3, 4 e 5 que os dois métodos se equivalem e os ensaios dos dois laboratórios obtiveram os mesmos resultados.

A norma CISPR 15 trata dos limites e métodos de medição das radioperturbações características dos equipamentos elétricos de iluminação e similares de diversas tecnologias, incluindo o LED.

O item 6 da norma CISPR 15 aborda as condições de funcionamento dos equipamentos de iluminação estipulando alguns índices das tecnologias mais conhecidas como as lâmpadas incandescentes, fluorescentes e de descarga.

Para as lâmpadas e luminárias LED, por se tratar de uma tecnologia nova, não foram estipuladas algumas condições de ensaio, como o tempo de estabilização das lâmpadas no item 6.5.3 da CISPR 15.

Não existe um tempo de estabilização fixo para as lâmpadas e luminárias LED, onde a verificação da estabilização deve ser feita para cada amostra medindo-se a intensidade luminosa e a potência a cada 15 minutos, a lâmpada estará estabilizada se após 3 medições consecutivas a diferença entre o valor mínimo e máximo for menor que 0,5% para as duas grandezas (5).

Nenhum dos dois laboratórios respeitaram o tempo de estabilização das amostras, realizando os ensaios antes do tempo correto.

Embora a norma admita uma temperatura de ensaio na faixa de 15°C a 25°C, as condições de ensaio para lâmpadas e luminárias LED é de temperatura ambiente de 25°C ± 1°C (5).

O laboratório 1 não realizou o ensaio dentro da temperatura ambiente ideal para a tecnologia LED.

3.0 - CONCLUSÃO

O Método Independente de Medição de Perturbações Eletromagnéticas Radiadas, descrito no anexo B da CISPR 15, mostrou-se uma alternativa eficaz para o ensaio de perturbações eletromagnéticas radiadas na faixa de frequência de 30 a 300 MHz a uma distância de medição de 10m em uma sala blindada, apresentando resultados equivalentes e uma infraestrutura laboratorial mais simples e menos onerosa.

A norma exige outros dois ensaios para a verificação da compatibilidade eletromagnética e as três amostras ficaram reprovadas nos outros ensaios, o que mostra que os ensaios para a avaliação da compatibilidade eletromagnética são de suma importância, não só para as lâmpadas e luminárias LED como para a maioria dos equipamentos eletroeletrônicos.

No Brasil existem poucos laboratórios capacitados para a realização dos ensaios de compatibilidade eletromagnética em lâmpadas e luminárias LED, embora existam bastante laboratórios capacitados para a realização desses ensaios em equipamentos das áreas de telecomunicações, automobilística e aviação.

Os laboratórios utilizados no presente trabalho demonstraram não ter conhecimento na tecnologia LED, não respeitando as condições de temperatura de ensaio e o tempo de estabilização das lâmpadas para a realização dos ensaios.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) *CISPR 15 – Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment*, 2015.
- (2) ABNT NBR IEC/CISPR 15 – Limites e métodos de medição das radioperturbações características dos equipamentos elétricos de iluminação e similares, 2014.
- (3) *CISPR 22 – Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of information technology equipment*, 2005.
- (4) Portaria do Inmetro nº 389, de 25 de agosto de 2014.
- (5) *IESNA LM-79-08 – Approved Method: Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products*, 2008.
- (6) Magalhães, G. V. B., Implementação de medições automatizadas de interferências eletromagnéticas – Dissertação de mestrado, 2008.

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Alessandra da Costa Barbosa Pires de Souza
Nascida no Rio de Janeiro/RJ, 1984.
Formada em Engenharia Elétrica pela UFRJ, 2009.
Empresa: Eletrobras/Cepel, desde 2006.
Pesquisadora responsável pelo Laboratório de Iluminação do Cepel.



Maurício Barreto Lisboa
Nascido no Rio de Janeiro/RJ, 1968.
Doutor em Engenharia Mecânica e de Materiais pelo PEMM/COPPE/UFRJ, 2007.
Empresa: Eletrobras/Cepel, desde 1987.
Chefe do Departamento de Laboratórios do Fundão - DLF.



Willians Felipe de Oliveira Rosa
Nascido no Rio de Janeiro/RJ, 1964.
Formado em Técnico em Eletrotécnica pelo Cefet/RJ, 1983 e Técnico em Eletrônico pelo Colégio Primeiro de Maio, 1986.
Empresa: Eletrobras/Cepel, desde 1984.
Técnico do Laboratório de Iluminação do Cepel.