

Energia Elétrica e Sustentabilidade 2

Jaqueline Oliveira Rezende
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2018

JAQUELINE OLIVEIRA REZENDE

(Organizadora)

Energia Elétrica e Sustentabilidade

2

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E56	Energia elétrica e sustentabilidade 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Jaqueline Oliveira Rezende. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Energia Elétrica e Sustentabilidade; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-85107-46-8 DOI 10.22533/at.ed.468180110 1. Desenvolvimento energético – Aspectos ambientais. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Energia elétrica. I. Rezende, Jaqueline Oliveira. CDD 338.4
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A sustentabilidade pode ser entendida como a capacidade de o ser humano utilizar os recursos naturais para satisfazer as suas necessidades sem comprometer esses recursos para atender as gerações futuras. Nesse contexto, a sustentabilidade está inter-relacionadas em diversos setores, sendo os principais o social, o ambiental e o econômico. Dessa forma, constitui um dos desafios da sociedade moderna o desenvolvimento sustentável que objetiva preservar o meio ambiente durante a realização de outras atividades.

A energia elétrica representa um dos principais pilares para o progresso econômico de uma nação e, conseqüentemente, para o atendimento de inúmeras necessidades da humanidade. Portanto, esse setor também tem se preocupado com a geração, a transmissão, a distribuição de energia elétrica e a construção de novos empreendimentos, como as usinas hidrelétricas, de maneira a preservar o meio ambiente. Logo, a Engenharia Elétrica tem apresentado significativas pesquisas e resultados de ações pautadas na sustentabilidade.

Neste ebook é possível notar que a relação da Engenharia Elétrica e a Sustentabilidade é de preocupação de diversos profissionais envolvidos nesse setor, sendo esses advindos da academia, das concessionárias de energia elétrica e do governo. Dessa forma, são apresentados trabalhos teóricos e resultados práticos de diferentes formas de aplicação da preservação do meio ambiente na engenharia elétrica.

Inicialmente são apresentados artigos que discorrem sobre o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade ambiental, custos ambientais em empreendimentos de geração de energia elétrica, recuperação ambiental, conservação da fauna, políticas administrativas e direcionamento de resíduos eletrônicos.

Em seguida, são descritos estudos sobre formas de geração de energia elétrica renováveis não convencionais, sendo apresentadas a energia eólica e a energia solar fotovoltaica. Essas formas de geração contribuem para o desenvolvimento sustentável, uma vez que geram energia elétrica utilizando recursos naturais não finitos, o vento na geração eólica e o sol na geração fotovoltaica.

Além disso, neste exemplar são expostos artigos que contemplam diversas áreas da engenharia elétrica, como redes smart grids, sistema de proteção, operação remota de usinas hidrelétricas, inteligência computacional aplicada a usina termelétrica, transformadores de potência, linhas de transmissão, tarifa horária, lâmpadas led, prevenção de acidentes em redes de média tensão e eficiência energética.

Jaqueline Oliveira Rezende

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PROSPECÇÃO DE PARQUES HIDROKINÉTICOS ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PROJETOS NOS RIOS IGUAÇU E PARANÁ	
<i>Marcos Aurélio de Araujo</i>	
CAPÍTULO 2	10
TROCADOR DE CALOR – INOVAÇÃO NO AQUECIMENTO DE ÁGUA, FUNCIONAMENTO, RESULTADOS E COMPARAÇÃO COM TECNOLOGIAS SEMELHANTES	
<i>Odair Deters</i>	
<i>Paulo Valdocci Pereira</i>	
<i>Valério Monteiro</i>	
CAPÍTULO 3	23
SISTEMA ÓPTICO CWDM COMO PLATAFORMA DE MONITORAÇÃO DE ATIVOS E DE COMUNICAÇÃO DE DADOS PARA REDES SMART GRIDS	
<i>João Batista Rosolem</i>	
<i>Danilo César Dini</i>	
<i>Claudio Antonio Hortêncio</i>	
<i>Eduardo Ferreira da Costa</i>	
<i>Rivael Strobel Penze</i>	
<i>João Paulo Vicentini Fracarolli</i>	
<i>Carlos Alexandre Meireles Nascimento</i>	
<i>Vítor Faria Coelho</i>	
CAPÍTULO 4	37
PORTAL OPERACIONAL DE EQUIPAMENTOS ESPECIAIS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO - UMA FERRAMENTA PARA GESTÃO DA CONFORMIDADE E DA CONTINUIDADE NO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	
<i>Rafael Cassiolato de Freitas</i>	
<i>Sadi Roberto Schiavon</i>	
CAPÍTULO 5	46
MODERNIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DE SAMUEL	
<i>Davi Carvalho Moreira</i>	
<i>Daniel Simões Pires</i>	
<i>Danilo Gomes Matias</i>	
<i>Heleno Fülber</i>	
<i>Bruno Merlin</i>	
CAPÍTULO 6	62
OPERAÇÃO REMOTA DE USINAS PELO CENTRO DE OPERAÇÃO DA GERAÇÃO DA ELETROBRAS ELETRONORTE	
<i>Davi Carvalho Moreira</i>	
<i>Daniel Simões Pires</i>	
<i>Danilo Gomes Matias</i>	
<i>Juliano Cortes de Souza</i>	
<i>Leonardo Siqueira Rodrigues</i>	
<i>Heleno Fülber</i>	
<i>Bruno Merlin</i>	
CAPÍTULO 7	70
ABORDAGEM DE INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL APLICADA PARA MODELAGEM PREDITIVA DE EMISSÕES DE NOX E CO DE UMA TURBINA A GÁS DE UMA USINA TERMELÉTRICA DE CICLO COMBINADO	
<i>Eduardo Massashi Yamao</i>	
<i>Juliano Pierezan</i>	

João Paulo Silva Gonçalves
Marcos Cesar Gritti
Luís Gustavo Tomal Ribas
Flávio Chiesa
Victor Manuel Lopes dos Santos
Marcos de Freitas
André da Silva Orlandi
Leandro dos Santos Coelho

CAPÍTULO 8 82

CONFIRMAÇÃO DA EFICÁCIA DO ENSAIO DE RESPOSTA DO DIELÉTRICO DE TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA E BUCHAS CAPACITIVAS COMO TÉCNICA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA

Hugo Rafael Freitas Negrão
Fernando de Souza Brasil
Bárbara Medeiros Campos
Maria Emília de Lima Tostes
Jorge Augusto Siqueira Tostes
Paulo Roberto Moutinho de Vilhena

CAPÍTULO 9 96

A EXPERIÊNCIA DA ELETRONORTE NA IMPLANTAÇÃO DA ANÁLISE DE RESPOSTA EM FREQUÊNCIA PARA DIAGNÓSTICO DE REATORES E TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

Vanessa de Cássia Viana Martins Beltrão

CAPÍTULO 10 113

ANÁLISE DE DESEMPENHO DA LINHA DE TRANSMISSÃO 230 KV DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE RONDÔNIA OPERANDO COM CABOS PARA-RAIOS ISOLADOS E ENERGIZADOS EM MÉDIA TENSÃO

José Ezequiel Ramos
Alexandre Piantini
Ary D'Ajuz
Valdemir Aparecido Pires
Paulo Roberto de Oliveira Borges

CAPÍTULO 11 126

ESTUDO DE APLICAÇÃO DO DISPOSITIVO SVC NA LINHA DE TRANSMISSÃO MESQUITA VIANA II

Alcebíades Rangel Bessa
Lucas Frizera Encarnação
Paulo José Mello Menegáz

CAPÍTULO 12 143

IMPLANTAÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO SUBTERRÂNEA 230KV CIRCUITO DUPLO DA COPEL

Márcio Tonetti
Ilmar da Silva Moreira
João Nelson Hoffmann

CAPÍTULO 13 153

TRANSMISSÃO DE ENERGIA SEM FIO: ESTUDO POR INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA E ACOPLAMENTO MAGNÉTICO RESSONANTE

Guilherme Hideki Shibukawa
Eric Eduardo Goveia Pandolfo
Ricardo Andreola
Emerson Charles Martins da Silva

CAPÍTULO 14 168

TARIFAS HORÁRIAS PARA SISTEMA DE TRANSMISSÃO CONSIDERANDO O SINAL LOCACIONAL

Marcio Andrey Roselli
André Meister

Denis Perez Jannuzzi
Robson Kuhn Yatsu
André Veiga Gimenes
Miguel Edgar Morales Udaeta

CAPÍTULO 15..... 178

AVALIAÇÃO DAS LÂMPADAS LED NO MERCADO BRASILEIRO (ARTIGO APRESENTADO NO XXIV SNPTEE)

Alessandra da Costa Barbosa Pires de Souza
Maurício Barreto Lisboa
Willians Felipe de Oliveira Rosa

CAPÍTULO 16..... 185

AVALIAÇÃO DO MÉTODO INDEPENDENTE DE MEDIÇÃO DE PERTURBAÇÕES RADIADAS – ANEXO B DA CISPR 15 (ARTIGO APRESENTADO NO XXIV SNPTEE)

Alessandra da Costa Barbosa Pires de Souza
Maurício Barreto Lisboa
Willians Felipe de Oliveira Rosa

CAPÍTULO 17 193

PADRÕES DE QUALIDADE PARA SERVIÇOS DE PINTURA ANTICORROSIVA APLICADOS AO SETOR ELÉTRICO

Alberto Pires Ordine
Cristina da Costa Amorim
Marcos Martins de Sá
Elber Vidigal Bendinelli

CAPÍTULO 18..... 209

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO, PRODUTIVIDADE E CUSTOS DE TECNOLOGIAS DE PROTEÇÃO ANTICORROSIVA PARA ESTRUTURAS ENTERRADAS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

Cristina da Costa Amorim
Alberto Pires Ordine
Marcos Martins de Sá
Wendell Porto de Oliveira

CAPÍTULO 19..... 221

ANÁLISE DE QUASE-ACIDENTES, OCORRIDOS NA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE MÉDIA TENSÃO, COMO MEIO EFICAZ E PROATIVO NA PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Cristiano José Gober
Cresencio Silvio Segura Salas

CAPÍTULO 20..... 235

PORTAL R3E COMO FERRAMENTA INDUTORA E DISSEMINADORA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

Clara Ovídio de Medeiros Rodrigues
Marcelo Bezerra de Melo Tinoco
Aldomar Pedrini
Edison Alves Portela Junior
João Queiroz Krause
Marco Aurélio Ribeiro Gonçalves Moreira
Fernando Pinto Dias Perrone

CAPÍTULO 21..... 246

HIERARQUIA DAS NECESSIDADES E RESILIÊNCIA NO PAGAMENTO DE SERVIÇOS PÚBLICOS UTILIZADOS: UM ESTUDO DE CASO VOLTADO A ENERGIA ELÉTRICA RESIDENCIAL

Ana Lúcia Rodrigues da Silva
Fernando Amaral de Almeida Prado Jr.
Carolina Rodrigues de Almeida Prado

CAPÍTULO 22 258

PROJETO PILOTO PARCELAMENTO PRÓ-ATIVO DE DÉBITOS DE IRREGULARIDADE

Diego Rivera Mendes

Julio Eloi Hofer

Rafael Luís de Avila

CAPÍTULO 23 267

MODELAGEM ESTRATÉGICA PARA A CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ANTECIPAÇÃO DO ATENDIMENTO AO CLIENTE PARA A MELHORIA OPERACIONAL E DE SERVIÇOS

Carlos Alberto Fróes Lima

Anderson Diego Machiaveli

Luciano E. A. Peres

Tales Neves Anarelli

SOBRE A ORGANIZADORA 287

AVALIAÇÃO DO MÉTODO INDEPENDENTE DE MEDIÇÃO DE PERTURBAÇÕES RADIADAS – ANEXO B DA CISPR 15 (ARTIGO APRESENTADO NO XXIV SNPTEE)

Alessandra da Costa Barbosa Pires de Souza

Pesquisadora responsável pelo Laboratório de Iluminação do Cepel
Rio de Janeiro – RJ

Maurício Barreto Lisboa

Chefe do Departamento de Laboratórios do Fundão - DLF
Rio de Janeiro – RJ

Willians Felipe de Oliveira Rosa

Técnico do Laboratório de Iluminação do Cepel
Rio de Janeiro – RJ

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.

ABSTRACT: The purpose of this article is to calculate the alternative test method for CISPR 15 Annex B for LED lamps and luminaires, an independent method for measuring irradiated electromagnetic disturbances, which has a more compact and less expensive test configuration due to the non-use of anechoic chamber.

If the lighting equipment complies with the requirements of Annex B of CISPR 15, it shall be deemed to comply with the limits laid down in the complete test for radiated electromagnetic disturbances in the frequency range 30 to 300 MHz at a measuring distance of 10 m in a room armored.

PALAVRAS-CHAVE: Iluminação, LED, compatibilidade, eletromagnética, eletroeletrônicos

1 | 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.

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.

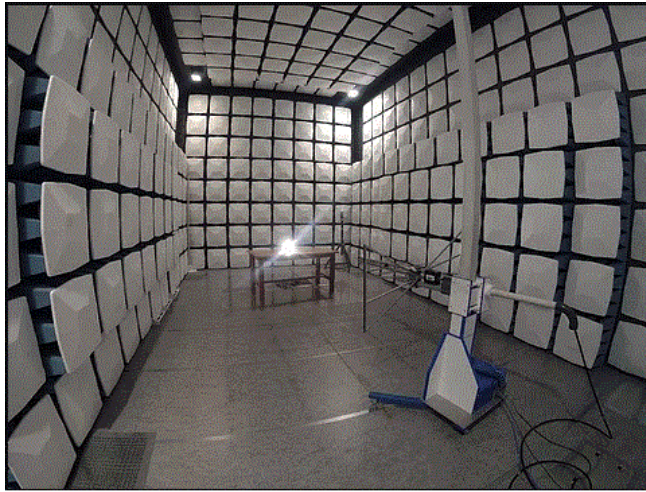


FIGURA 1 – Ensaio de perturbações radiadas em uma sala blindada com mais de 10m de comprimento

Fonte: site www.expersolution.com.br

2 | 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.

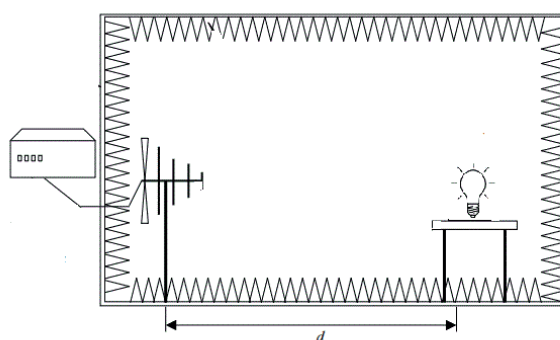


FIGURA 3 – Configuração para ensaios de emissão radiada em uma câmara anecóica – adaptado de (6)

2.2 Método independente de medição de perturbações eletromagnéticas radiadas

No método alternativo, o equipamento de iluminação é colocado em blocos não condutivos, com altura $(10 \pm 0,2)$ cm, que por sua vez são colocados em uma placa de metal ligada a 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 uma rede de acoplamento/desacoplamento (CDN) adequada.

A medição pode ser realizada em uma 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.

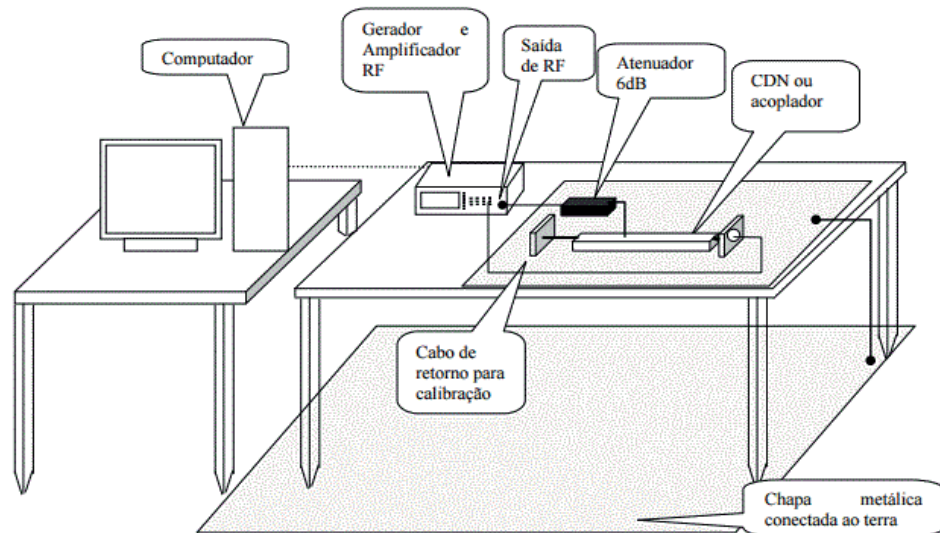


FIGURA 4 – Configuração para método alternativo – adaptado de (6)

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 amostra1, 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).

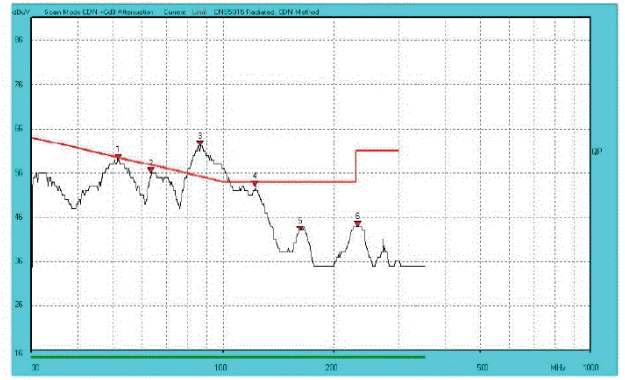
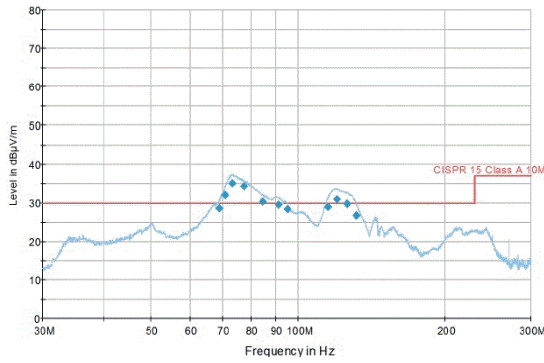


FIGURA 5 –Ensaio completo x método alternativo – Amostra 1

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 reprova a amostra para a portaria do Inmetro n° 389.

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

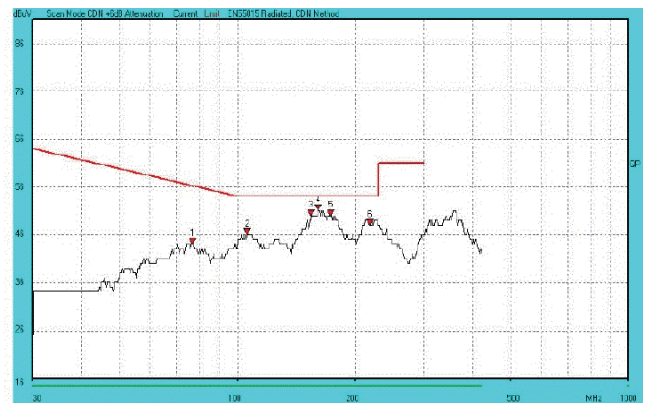
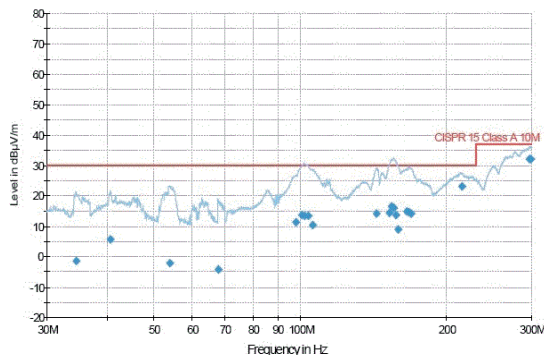


FIGURA 6 – Ensaio completo x método alternativo – Amostra 2

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 aprova a amostra para a portaria do Inmetro n° 389.

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

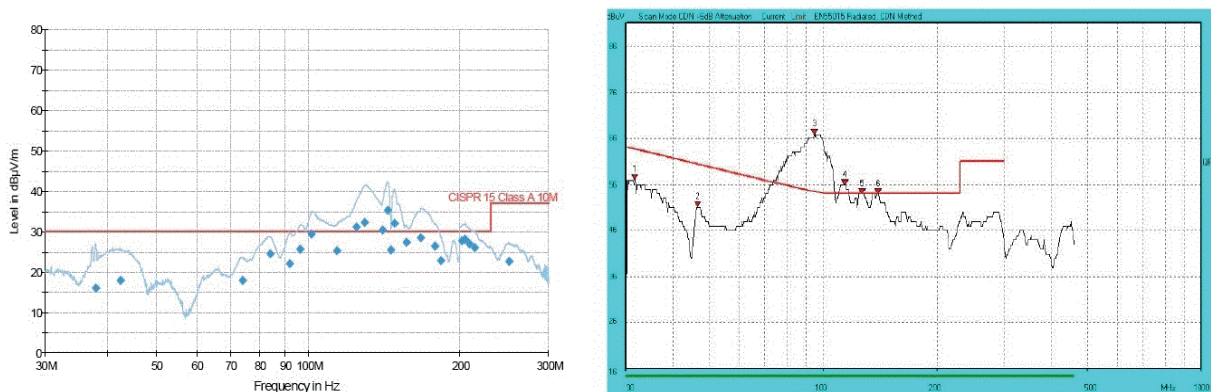


FIGURA 7 – Ensaio completo x método alternativo – Amostra 3

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 n° 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 | 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.

REFERÊNCIAS

(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.

SOBRE A ORGANIZADORA

Jaqueline Oliveira Rezende Possui graduação em Engenharia Elétrica, com certificado de estudos em Engenharia de Sistemas de Energia Elétrica e mestrado em Engenharia Elétrica, ambos pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Atualmente é aluna de doutorado em Engenharia Elétrica, no Núcleo de Dinâmica de Sistemas Elétricos, pela Universidade Federal de Uberlândia. Atuou como professora nos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação. Tem realizado pesquisas em Sistemas de Energia Elétrica, dedicando-se principalmente às seguintes áreas: Energia Solar Fotovoltaica; Curvas Características de Painéis Fotovoltaicos; Dinâmica de Sistemas Elétricos; Geração Distribuída; Simulação Computacional; Algoritmo Genético.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-46-8

