

# 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PROSPECÇÃO DE PARQUES HIDROKINÉTICOS ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PROJETOS NOS RIOS IGUAÇU E PARANÁ	
<i>Marcos Aurélio de Araujo</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
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>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
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>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
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>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
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>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>62</b>
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>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>70</b>
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 DAS LÂMPADAS LED NO MERCADO BRASILEIRO (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

device for home use by evaluating the electrical and photometric performance of the products available in the market, comparing models of LED lamps with and without certification. Among the certified models will also be evaluated the performance of the models that performed the tests required by Portaria n ° 389 in Brazilian laboratories accredited by Inmetro and foreign laboratories with mutual recognition agreement.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lâmpada, LED, certificação, qualidade, eficiência

**RESUMO:** Esse artigo visa mostrar a importância da regulamentação nacional e específica para lâmpadas LED com dispositivo de controle integrado à base para uso doméstico avaliando o desempenho elétrico e fotométrico dos produtos disponíveis no mercado, comparando modelos de lâmpadas LED com e sem certificação. Dentre os modelos certificados serão avaliados também o desempenho dos modelos que realizaram os ensaios exigidos na Portaria n° 389 em laboratórios brasileiros acreditados pelo Inmetro e laboratórios estrangeiros com acordo de reconhecimento mútuo.

**ABSTRACT:** The purpose of this article is to show the importance of national and specific regulations for LED lamps with integrated control

## 1 | INTRODUÇÃO

Com o intuito de zelar pela eficiência energética e segurança elétrica das lâmpadas LED com dispositivo de controle integrado à base para uso doméstico, o Inmetro instituiu através da Portaria n° 144 de 13 de março de 2015, a certificação compulsória desses produtos, a qual deverá ser realizada por um Organismo de Certificação de Produtos (OCP), estabelecido no Brasil e acreditado pelo Inmetro.

Os critérios e requisitos mínimos de eficiência energética e segurança elétrica exigidos no processo de certificação das lâmpadas LED foram estabelecidos pelo Inmetro através da Portaria n° 389, de 25 de agosto de 2014. Os ensaios para a comprovação do

desempenho dos produtos são providenciados pelo Organismo de Certificação de Produtos e podem ser realizados em laboratórios brasileiros acreditados pelo Inmetro e laboratórios estrangeiros com acordo de reconhecimento mútuo com o Inmetro.

A regulamentação nacional e específica para as lâmpadas LED com dispositivo de controle integrado à base para uso doméstico é uma medida de suma importância para o controle da qualidade dos produtos comercializados no mercado brasileiro.

Apesar de a certificação ser compulsória e exigida desde fevereiro de 2016, estamos em uma fase transitória que requer bastante atenção dos consumidores, visto que os fabricantes e importadores poderão comercializar os produtos não certificados em estoque até outubro de 2016, os atacadistas e varejistas poderão comercializar esses produtos até julho de 2017 e os atacadistas e varejistas, cadastrados como Micro e Pequenas Empresas poderão comercializar as lâmpadas LED sem certificação até janeiro de 2018.

## 2 | METODOLOGIA

As amostras foram compradas diretamente no mercado e escolhidos modelos de lâmpadas LED com e sem certificação.

O desempenho elétrico e fotométrico das amostras foi avaliado pelo laboratório de iluminação do Cepel, através de ensaios em um goniofotômetro e em uma esfera integradora, conforme procedimento de ensaio da IESNA LM-79 para lâmpadas e luminárias LED, ver Figuras 1 e 2.

Os principais resultados exigidos na Portaria n° 389 e que serão objetos desse estudo serão: a medição das grandezas fotométricas, tais como: fluxo luminoso, índice de reprodução de cor, temperatura de cor correlata, ângulo do fecho luminoso, valor de intensidade luminosa de pico, distribuição luminosa, manutenção do fluxo luminoso e definição da vida nominal, a medição de grandezas elétricas, tais como: potência, corrente nominal, fator de potência e limite de correntes harmônicas e ensaios de resistência, tais como: ciclo térmico, ciclos de comutação e durabilidade do dispositivo de controle incorporado. Também serão verificadas a eficiência energética, a equivalência de fluxo luminoso com lâmpadas incandescentes e fluorescentes e a durabilidade do capacitor eletrolítico, quando aplicável.

Os ensaios de manutenção do fluxo luminoso e definição da vida nominal e a durabilidade do capacitor eletrolítico são ensaios demorados, que podem levar meses e são decisivos na aprovação do produto.



FIGURA 1 – Esfera integradora utilizada para os ensaios fotométricos

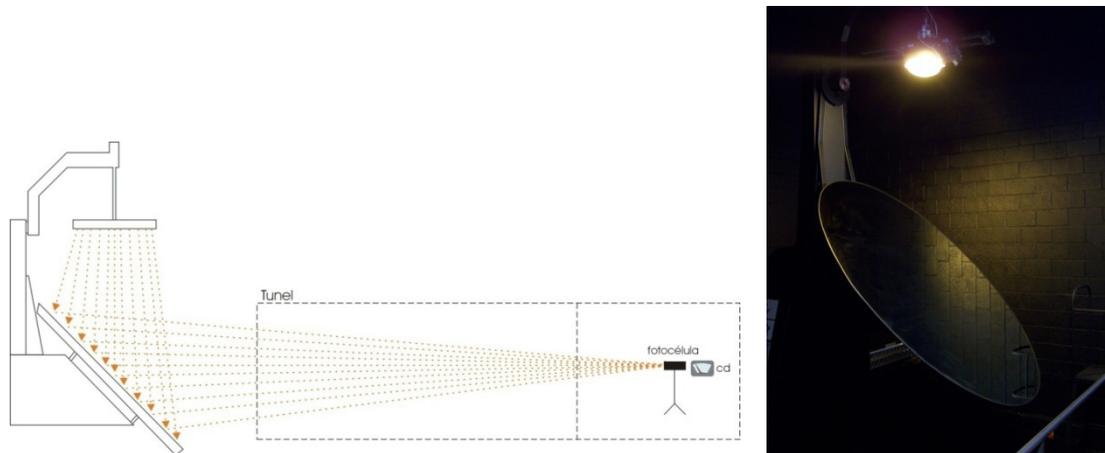


FIGURA 2 – Goniofotômetro utilizado para a determinação do ângulo de fecho das lâmpadas

## 2.1 Resultados e comentários

Foram avaliados 21 modelos de lâmpadas LED, sendo 4 modelos sem certificação e 17 modelos com certificação.

Todos os ensaios foram realizados em 127 V.

Amostra	Fluxo luminoso (lm)	Potência Medida(W)	Fator de Potência	Eficiência energética (lm/W)
01 – 9 W – E-27	842,80	8,54	<b>0,63</b>	98,62
02 – 13,5 W – E-27	1466,80	13,38	0,96	109,65
03 – 20 W – E-27	1720,60	19,11	<b>0,44</b>	90,04
04 – 40 W – E-27	3623,00	38,89	<b>0,46</b>	93,15
05 – 18 W - Tubular	1710,42	19,00	<b>0,52</b>	90,02

Tabela 1 – Resultados dos modelos não certificados

Após os ensaios iniciais de fotometria e grandezas elétricas, apenas a amostra 02 atenderia a portaria no 389 do Inmetro, todas as demais ficariam reprovadas no fator de potência, pois para lâmpadas com potências entre 5 e 25 W deve apresentar fator de potência de no mínimo 0,70 e para lâmpadas com potências superiores a 25 W e tubulares de qualquer potência deve apresentar fator de potência de 0,92.

Amostra	Fluxo luminoso (lm)	Potência Medida(W)	Fator de Potência	Eficiência energética (lm/W)
06 – 9 W - E27	826,60	8,53	0,96	116,83
07 – 12 W – E27	1041,70	11,04	0,98	94,30
08 – 30 W – E27	2599,80	21,35	0,98	121,75
09 – 7 W – E27	621,5	6,59	0,96	94,27
10 – 9 W - E27	897,30	9,19	0,97	97,63
11 – 10 W - E27	1006,70	9,42	0,96	106,89
12 – 13,5 W - E27	1461,70	13,01	0,97	112,33
13 - 7 W – E27	624,40	6,73	0,96	92,73
14 - 9 W – E27	782,80	8,21	0,97	95,39
15 – 10 W - Tubular	906,99	9,80	0,92	92,55
16 – 18 W - Tubular	1755,00	18,00	0,95	97,50
17 – 10 W - Tubular	1079,81	10,00	0,96	107,98
18 – 20 W - Tubular	1892,70	19,77	0,98	95,75
19 – 20 W - Tubular	2056,75	20,00	0,98	102,83
20 - 9 W - Tubular	947,09	8,9	0,94	106,41
21 – 18 W - Tubular	1876,73	16,80	0,98	111,71

Tabela 2 – Resultados dos modelos certificados

Após os ensaios iniciais de fotometria e grandezas elétricas, todas as amostras atenderiam a portaria no 389 do Inmetro. Apenas a amostra 08 deve redeclarar a sua potência pois o valor medido está inferior a 90% do valor declarado, porém não é um item reprobatório.

Dois modelos foram comprados idênticos, porém com e sem certificação.

Amostra	Fluxo luminoso (lm)	Potência Medida(W)	Fator de Potência	Eficiência energética (lm/W)
01 – 9 W – E-27	842,80	8,54	<b>0,63</b>	98,62
10 – 9 W - E27	897,30	9,19	0,97	97,63
02 – 13,5 W – E-27	1466,80	13,38	0,96	109,65
12 – 13,5 W - E27	1461,70	13,01	0,97	112,33

Tabela 3 – Resultados dos modelos com e sem certificação

Os modelos 01 e 10 são idênticos porém o modelo 01 não possui certificação e o 10 possui certificação.

Podemos observar que antes da certificação o modelo não atendia no fator de potência e com a certificação o produto melhorou e passou a atender com folga.

O modelo 02 já atenderia a portaria no389 antes do processo de certificação e o modelo 12 manteve a qualidade após o processo de certificação.

Um dos ensaios considerados críticos é a manutenção do fluxo luminoso, que é o percentual do fluxo luminoso em um determinado momento em relação ao fluxo luminoso inicial. O mínimo exigido pela portaria no389 é L70 a 25.000 horas, que quer dizer que após 25.000 horas de uso a lâmpada estará com 70% do seu fluxo luminoso inicial.

Apenas 4 modelos concluíram 1000 horas de ensaio, seguem os resultados na Tabela 4.

Amostra	Fluxo luminoso (lm)	Fluxo luminoso (lm) a 1000 horas	Manutenção do fluxo luminoso (%)
01 – 9 W – E-27	842,80	842,5	100,50
03 – 20 W – E-27	1720,60	1449,11	<b>84,13</b>
04 – 40 W – E-27	3623,00	3150,10	<b>86,96</b>
07 – 12 W – E27	1041,70	567,37	<b>54,43</b>

Tabela 4 – Resultados da manutenção do fluxo luminoso a 1000 horas

A portaria no 389 exige um percentual de manutenção do fluxo luminoso de 95,8% a 3000 horas e 91,8% a 6000 horas.

Podemos observar pela Tabela 4 que os modelos 03, 04 e 07 ficariam reprovados nesse ensaio.

O modelo 07 é um modelo já certificado pelo Inmetro.

## 2.2 Laboratórios de ensaio

Os 21 modelos utilizados nos ensaios são de 6 fabricantes diferentes, sendo que dos modelos certificados são 5 fabricantes distintos. Através do site do Inmetro é possível consultar o Organismo de Certificação de Produtos utilizado por cada fabricante para o seu processo de certificação e qual o laboratório de ensaio utilizado, conforme Figura 2.

O Organismo de Certificação de Produtos de 3 fabricantes utilizaram laboratório nacional para a realização dos ensaios, 1 utilizou laboratório chinês e o outro não consta a informação no site do Inmetro.

A Eletrobras, através do Procel, investiu muito nos últimos anos na capacitação dos laboratórios nacionais para a atendimento aos ensaios de lâmpadas fluorescentes compactas e agora as lâmpadas LED.

É importante que os Organismos de Certificação de Produtos utilizem os laboratórios nacionais para atendimento a essa demanda de ensaios.

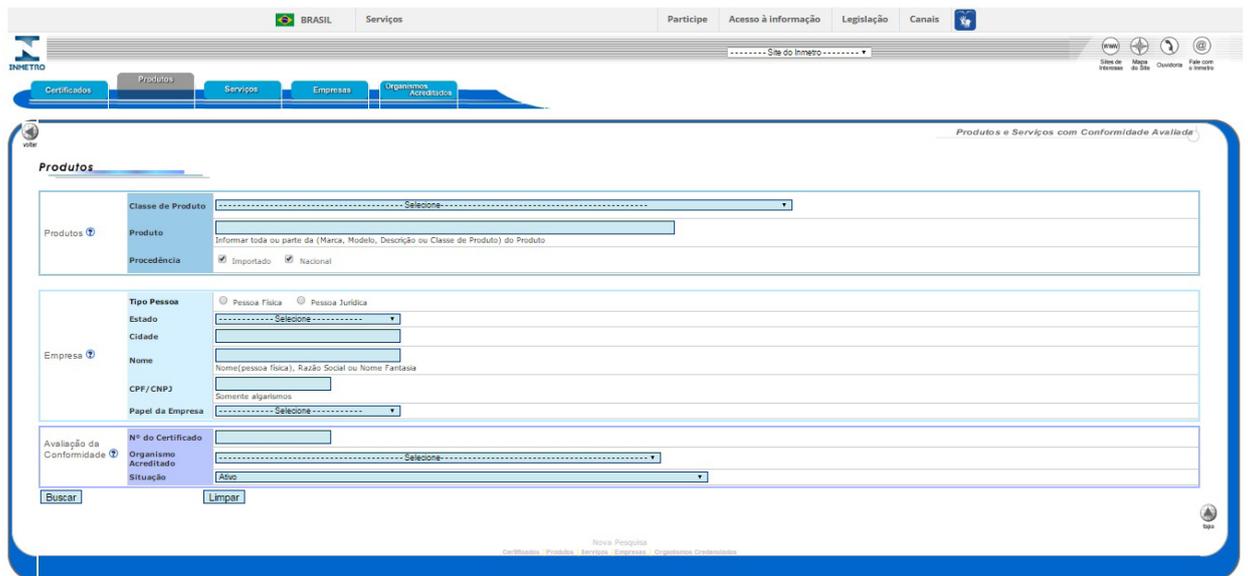


FIGURA 2 – Site do Inmetro para consulta dos produtos certificados

### 3 | CONCLUSÃO

O processo de certificação obrigatório para as lâmpadas LED com dispositivo de controle integrado à base contribuiu para a melhoria da qualidade desses produtos.

Os ensaios de desempenho são importantes porém não são decisivos para garantir a qualidade do produto.

Os índices de eficiência energética da Portaria nº 389 precisa ser revisada, o mínimo exigido é 55 lm/ W para lâmpadas com potência inferior a 15 W, 60 lm/ W para lâmpadas com potência superior a 15 W e 85 lm/ W para lâmpadas tubulares de todas as potências. Pelos resultados obtidos todos os modelos apresentaram eficiência energética superior a 90lm/ W, portanto atendendo com folga a portaria.

Os ensaios de manutenção do fluxo luminoso e de durabilidade do capacitor eletrolítico são ensaios de suma importância e que dependem do projeto e qualidade de construção da lâmpada e do driver e da escolha dos materiais empregados.

O estudo ainda está em andamento e por isso não foi possível concluir os resultados dos ensaios de segurança, manutenção do fluxo luminoso e de durabilidade do capacitor eletrolítico.

O consumidor deve ficar atento e consultar a etiqueta de certificação do produto, comparando as informações entre as marcas disponíveis.

## REFERÊNCIAS

- (1) Portaria do Inmetro n° 389, de 25 de agosto de 2014.
- (2) Portaria do Inmetro n°144, de 13 de março de 2015.
- (3) *IESNA LM-79-08 – Approved Method: Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products*, 2008.
- (4) Site do Inmetro, [www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br)

## **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

