

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA PORTARIA Nº 144 DO INMETRO NA QUALIDADE DAS LÂMPADAS LED

ANA L. A. BATISTA, JOSÉ M. C. FILHO, THIAGO C. OLIVEIRA, JÉSSICA V. CHAVES, JÚLIA F. P. MENDONÇA,
HENRICK O. V. AMARAL

Instituto de Sistemas Elétricos e Energia (ISEE), Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Av. BPS, 1303 - Pinheirinho, Itajubá - MG, 37500-90

*E-mails: anabatista@unifei.edu.br, jmaria@unifei.edu.br,
thiagocle@unifei.edu.br, jessica.gsk@hotmail.com, julia.fpm@hotmail.com,
henrick.vaz.amaral@gmail.com*

Abstract— With the need to reduce energy consumption, the LED lamp has appeared as an alternative for residential, commercial and industrial consumers to reduce their electricity bill. The entry of this new technology into the market has been slowed down by its high cost, but this has been changing and becoming more affordable. However, the heated market led to the appearance of products offers diverging in price and quality, both national and imported. In order to ensure product quality and fair competition among suppliers, Inmetro published the Ordinance No. 144, which aims to establish the criteria for the Conformity Assessment Program for LED lamps with Integrated Base Device. The purpose of this article is to evaluate the impact of this ordinance on the quality of LED lamps in the electrical and lighting aspects.

Keywords— Inmetro, Ordinance nº 144, Ordinance nº 389, LED, Power Quality

Resumo— Com a necessidade de reduzir cada vez mais o consumo energético, a lâmpada LED surgiu como uma saída para consumidores residenciais, comerciais e industriais reduzirem seus consumos. A entrada desta nova tecnologia no mercado foi desacelerada pelo seu custo elevado, mas este vem caindo e se tornando mais acessível. Porém o aquecimento do mercado fez com que surgissem ofertas de produtos discrepantes em preço e qualidade, nacionais e importados. A fim de garantir a qualidade do produto e a justa concorrência entre os fornecedores, o Inmetro publicou no diário oficial a Portaria nº 144, que visa estabelecer os critérios para o Programa de Avaliação da Conformidade para Lâmpadas LED com Dispositivo Integrado à Base. Este artigo tem por objetivo avaliar os impactos dessa portaria na qualidade das lâmpadas LED nos aspectos elétricos e luminosos.

Palavras-chave— Inmetro, Portaria nº144, Portaria nº389, LED, Qualidade da Energia Elétrica

1 Introdução

Em um mundo em que se discute a necessidade de diminuir o consumo energético, a “Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável” das Nações Unidas traz, como parte do 7º objetivo, a meta de dobrar a taxa global de eficiência energética até 2030 (ONUBR, 2015).

A utilização de meios mais eficientes de iluminação pode diminuir em até 5% o consumo de energia, atenuando os impactos na geração de energia e uma economia de bilhões de reais. Para isso, a utilização de lâmpadas LED (Light Emitting Diode) é uma excelente alternativa, já que reduz o consumo de energia em 85% se comparado a lâmpada incandescente de mesma potência (Craide, 2016).

Desta forma, a regulamentação das lâmpadas LED torna-se importante para garantir a qualidade do produto para os consumidores e uma concorrência justa para os fabricantes. Lâmpadas de baixa qualidade ou que trazem informações técnicas falsas podem colocar em risco as instalações e, conseqüentemente, a vida do usuário, além de não servirem para o propósito propagado de economia e durabilidade.

Neste contexto, a Portaria do Inmetro nº 144, de 13 de março de 2015 estabelece os critérios para o programa de avaliação da conformidade para lâmpadas LED com dispositivo integrado à base por meio da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE, em

conformidade com a Portaria do Inmetro nº 389, de 25 de agosto de 2014, que aprova o Regulamento Técnico da Qualidade para essas lâmpadas, são base para análise de conformidade com padrões específicos de segurança, desempenho e qualidade estipulados (Inmetro, 2014)(Inmetro, 2015).

Este trabalho analisa os pontos relacionados à luminosidade, potência, fator de potência e corrente harmônica de lâmpadas fabricada antes e depois da entrada em vigor da portaria do Inmetro nº 144, buscando avaliar as melhorias obtidas pela regulamentação e seus impactos na qualidade da energia elétrica.

2 Desenvolvimento

A tecnologia LED para iluminação está presente há mais de dez anos no mercado consumidor e tem aumentado sua representatividade com a proibição da fabricação e comercialização das lâmpadas incandescentes e vem aos poucos tomando o espaço das fluorescentes compactas. As lâmpadas LED têm como características principais eficiência, economia e sustentabilidade. A desvantagem está em seu custo relativamente elevado, apesar disso ela vem se provando economicamente viável. E nos últimos anos seu preço vem caindo gradativamente (Turella, 2016).

Desta realidade surge um problema, devido ao aumento do número de marcas disseminadas no país, tanto nacionais, quanto importadas, que é a grande variação de preço. E para o consumidor fica difícil

distinguir o que é economia e o que é perda de qualidade do produto. Em alguns produtos observa-se queima precoce, perda de luminosidade, baixo fator de potência, consumo de energia maior do que o declarado, quebrando as principais vantagens propaladas da lâmpada LED. (Wanderley, 2014)

Considerando essa disparidade, foi elaborado pelo Inmetro a portaria nº 144, que tem por objetivo, nivelar a qualidade das lâmpadas comercializadas no Brasil e possibilitar uma concorrência justa entre os fabricantes, garantindo que o consumidor adquira um produto de qualidade. Esta portaria determina que a partir do dia 24/07/2017, toda a lâmpada fabricada ou importada deve conter a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE nos padrões expressos pela portaria, como mostra a Figura 1 (Inmetro, 2015).



Figura 1. ENCE Lâmpada LED

De modo geral essa portaria se aplica às lâmpadas LED com dispositivo integrado à base, exceto as que emitem luz colorida, que operem em sistemas de corrente alternada 60 Hz, com tensões 127V e/ou 220V, a descrição completa de inclusões e exclusões está disponível no Art. 3º, parágrafos 1º e 2º da portaria nº 144. (Inmetro, 2015)

A portaria nº144 do Inmetro especifica que o Regulamento Técnico da Qualidade para lâmpadas LED a ser seguido é definido pela portaria nº389. Esta portaria define os requisitos que devem ser cumpridos para atingir a eficiência energética, segurança e compatibilidade eletromagnética das mesmas.

A portaria nº389 defini os critérios para ensaio das lâmpadas LED, sendo alguns deles considerados neste artigo.

2.1 Tensão de Ensaio

A tensão de ensaio que deve ser aplicada é a nominal informada na embalagem, que no caso é 127 ou 220 VCA. A distorção harmônica total de tensão (THDv) gerado pelo sistema de alimentação não deve exceder 3%.

2.2 Tempo de Estabilização

Considera-se que a lâmpada está estabilizada quando a potência e a luminosidade variem menos de 0,5% durante 3 medições sucessivas, o tempo de estabilização não deve exceder 2 horas.

Todos os testes devem ser realizados após transcorrido o tempo de estabilização.

2.3 Potência da lâmpada

A potência consumida pela lâmpada LED não pode exceder 110% da potência declarada pelo fabricante.

2.4 Fator de Potência

O fator de potência exigido varia com a potência da lâmpada testada, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Fator de Potência para Lâmpadas LED

Potência (W)	Fator de Potência
< 5	Não se aplica
$5 \leq P \leq 25$	$\geq 0,7$
> 25	$\geq 0,92$

2.5 Correntes Harmônicas

Os limites referentes às correntes harmônicas são aplicáveis as lâmpadas de potência superior a 25 W, conforme valores apresentados na Tabela 2. (Inmetro, 2014).

Tabela 2 - Limites das Correntes Harmônicas

Ordem Harmônica (n)	Correntes harmônicas máximas permitidas, expressas como porcentagem da corrente de entrada na frequência fundamental (%)
2	2
3	30λ
5	10
7	7
9	5
$11 < n < 39$ (Somente harmônicas ímpares)	3

onde: λ é o fator de potência do circuito

2.6 Fluxo Luminoso

O fluxo luminoso inicial medido em uma lâmpada LED não pode ser inferior a 90% do fluxo nominal declarado.

2.7 Distribuição luminosa

A portaria enquadra as lâmpadas em três categorias: direcionais, omnidirecionais (não-direcionais) e semi-direcionais. No caso deste artigo, serão abordadas lâmpadas omnidirecionais, como ilustra a Figura 2.

2.8 Medição de Grandezas Fotométricas

O fluxo luminoso, o índice de reprodução de cores (IRC) e ângulo do fecho luminoso das lâmpadas sob ensaio devem ser medidos com uma esfera integradora ou com um goniofotômetro. O método poderá

ser escolhido de acordo com as características a serem medidas e o tamanho do dispositivo sob ensaio.

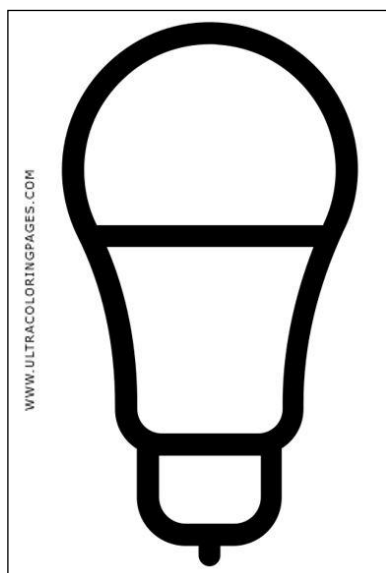


Figura 2 - Modelo lâmpada Onminidirecional

3 Metodologia

Para os testes foram utilizadas sete lâmpadas LED de dois fabricantes distintos, aqui tratados de Fabricante A e Fabricante B, três delas fabricadas antes da portaria e quatro adquiridas já com a etiqueta (ENCE). As características declaradas na embalagem das lâmpadas são apresentadas nas Tabela 3 e Tabela 4, os dados excedentes nesta última já são frutos das adequações à portaria nº389.

Tabela 3 - Dados das Lâmpadas Antigas

Lâmpadas LED fabricadas antes da Portaria N° 144 Inmetro					
Fabricante	Data de Fabricação	Potência (W)	Equiv. Para Incand. (W)	Luminosidade (lm)	Eficiência (lm/W)
A	---	7	60	550	79
B	abr/15	5	40	450	---
B	abr/15	10	60	806	---

Tabela 4 - Dados das Lâmpadas Novas

Lâmpadas LED fabricadas depois da Portaria N° 144 Inmetro								
Fabricante	Data de Fabricação	Potência (W)	Equiv. Para Incand. (W)	Luminosidade (lm)	Eficiência (lm/W)	Corrente em 127V (mA)	Corrente em 220V (mA)	FP
A	fev/17	9	60	860	95	101	58	> 0,7
A	jun/17	12	80	1200	100	89	55	> 0,7
B	dez/16	8	60	803	100	57	36	≥ 0,7
B	nov/16	10	75	1018	101	74	46	≥ 0,7

No ensaio foi utilizada uma fonte trifásica programável California Instruments (6000L-PT), para o fornecimento da tensão aplicada, com módulo e frequência controlados através de um *software* (Cigui), o grau de exatidão de $\pm 0,1\%$ para a tensão e $\pm 0,001\%$ para a frequência (California Instruments, 2001).

A medição dos parâmetros elétricos foi realizada com o medidor *PowerGuide 4400*, da Dranetz. Com

exatidão de $\pm 0,1\%$ para a tensão e a corrente, $\pm 0,2\%$ (Dranetz-BMI, 2005).

Não foi possível utilizar os meios citados no Item 2.8 para a realização dos testes fotométricos, devido a indisponibilidade dos equipamentos necessários. Para fins acadêmicos, a medição do fluxo luminoso foi realizada através de um fotosensor, ISL 29020, que realiza a leitura da luminosidade ambiente e transfere esses dados para uma placa Arduino que realiza a aquisição dos dados.

Esse sensor foi instalado em uma câmara escura para reproduzir um ambiente controlado, sem interferência de luminosidade externa. (Intersil, 2009).

A bancada de teste montada é mostrada na Figura 3 e o esquema de ligação na Figura 4.



Figura 3 - Bancada de Teste

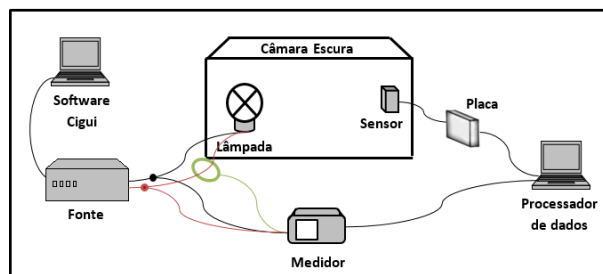


Figura 4 - Esquema de Ligação do Laboratório

Com esses equipamentos foram realizados os seguintes ensaios:

3.1 Contribuição Harmônica do Sistema

Para esse teste foi medido o conteúdo harmônico de tensão da fonte à vazio, uma vez que: TDHv medido foi de 0,054%, portanto, muito menor que 3%. A fonte é adequada para realização destes testes.

3.2 Tempo de Estabilização

Para o teste de Tempo de Estabilização as sete lâmpadas foram ensaiadas com tensão de 127V e 220V. Com intervalo de 1 minuto entre medições sucessivas. E foram coletadas as informações de potência e luminosidade. A estabilização é obtida quando a variação de pelo menos três medições sucessivas de emissão de luz e potência elétrica em um intervalo de 15 min, variam menos que 0,5 %. (Inmetro, 2014)

3.3 Teste das Grandezas Elétricas

Para a medição das grandezas elétricas, potência, fator de potência e correntes harmônicas, as sete lâmpadas foram submetidas aos níveis de tensão de 127 e 220V, permaneceram submetidas a essa tensão durante o tempo de estabilização determinado no teste anterior. Após esse tempo, o sistema de medição foi adicionado e coletou dados durante 15 minutos.

3.4 Teste de Luminosidade

Concomitantemente ao teste das grandezas elétricas também foi realizado o teste de luminosidade, com a porta da Câmara Escura fechada, acionou-se o sistema de aquisição de dados do sensor de luminosidade e coletou-se os valores durante 15 minutos.

4 Resultados

4.1 Tempo de Estabilização

Os dados de potência e luminosidade foram coletados de 1 em 1 minuto. Separadamente, foi calculada a variação entre as medições sucessivas; quando essa variação passava a ser menor que 0,5% durante 3 medidas sucessivas era determinado o tempo de estabilização.

Nesse tratamento de dados obtém-se dois tempos: o que considera a luminosidade e o que considera a potência. Quando os dois são iguais, esse será o tempo de estabilização das lâmpadas, quando forem diferentes considera-se o maior tempo obtido. Na Tabela 5, observa-se que todos os tempos de estabilização estão de acordo com a norma.

Tabela 5 - Resultados do Teste de Tempo de Estabilização

Fabricante	Potência (W)	Tensão de Ensaio (V)	Tempo de Estabilização para Luminosidade (min)	Tempo de Estabilização para Potência (min)	Tempo de Estabilização Resultante (min)
Lâmpadas Antigas					
A	7	127	11	13	13
		220	11	9	11
B	5	127	14	3	14
		220	15	3	15
B	10	127	11	4	11
		220	8	6	8
Lâmpadas Novas					
A	9	127	14	4	14
		220	15	4	15
A	12	127	13	4	13
		220	4	4	4
B	8	127	11	4	11
		220	7	4	7
B	10	127	15	4	15
		220	16	4	16

4.2 Teste de Potência e Fator de Potência

Para tratamento das grandezas elétricas foi considerado a média dos valores obtidos durante os 15 minutos de medição.

Os resultados para a potência e o fator de potência são apresentados na Tabela 6. Os valores destacados em

vermelho estão fora dos limites determinados pela norma. A maioria dos valores de potência estão fora dos limites determinados pela Portaria nº144 do Inmetro, principalmente quando as lâmpadas são submetidas a tensão de 220V. Isto é, o consumidor gasta mais energia que o previsto para manter a lâmpada acesa.

Quanto ao fator de potência, observa-se um grande impacto da Portaria nº144 do Inmetro. As lâmpadas fabricadas antes da promulgação da portaria apresentam fatores abaixo do exigido e todas as lâmpadas fabricadas após apresentam fatores de potência adequados.

Tabela 6 - Resultados de Potência e Fator de Potência

Fabricante	Potência (W)	Tensão de Ensaio (V)	Limite de Potência [Não exceder 10% da potência declarada] (W)	Potência Medida Média (W)	Fator de Potência [≥ 0,7]
Lâmpadas Antigas					
A	7	127	< 7,7	10,17	0,5898
		220		15,29	0,5902
B	5	127	< 5,5	6,75	0,5935
		220		10,89	0,579
B	10	127	< 11	9,746	0,5984
		220		16,2	0,6017
Lâmpadas Novas					
A	9	127	< 9,9	10,09	0,8259
		220		16,36	0,7795
A	12	127	< 13,2	10,05	0,7509
		220		14,39	0,8858
B	8	127	< 8,8	9,957	0,7954
		220		15,47	0,7666
B	10	127	< 11	11,99	0,8999
		220		16,89	0,7215

4.3 Teste de Harmônicas

Segundo a Portaria nº389 do Inmetro, apenas as lâmpadas com potência acima de 25W são obrigadas a respeitar os limites das correntes harmônicas expostos na Tabela 2. Como todas as lâmpadas ensaiadas neste artigo possuem potência menor que 25W, elas não precisam respeitar os limites definidos. Porém, para fins acadêmicos, as correntes harmônicas obtidas serão comparadas aos limites estabelecidos na Portaria. Os resultados para as correntes harmônicas serão apresentados separadamente para cada lâmpada ensaiada.

- Fabricante A – 7W – Antiga

Os resultados das correntes harmônicas são apresentados através dos histogramas da Figura 5, para uma tensão de 127V e o da Figura 6, para 220V. Observa-se que em todas as ordens harmônicas houver a superação dos limites estabelecidos.

A distorção harmônica total de corrente (THDi - Total Harmonic Distortion of Current) é apresentada na Figura 7, como esperado dos resultados anteriores, há um elevado nível de fator de distorção de corrente.

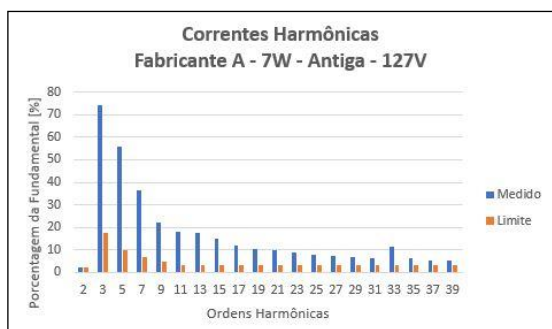


Figura 5 - Correntes Harmônica A - 7W - Antiga - 127V

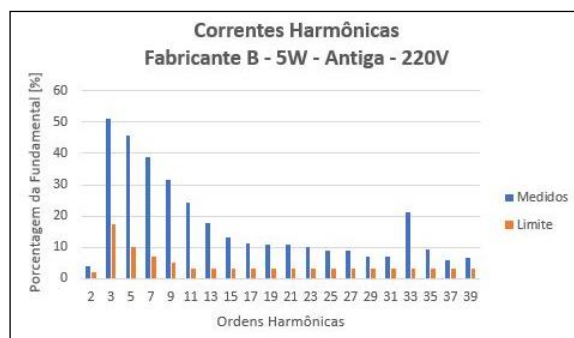


Figura 9 - Correntes Harmônica - B - 5W - Antiga - 220V

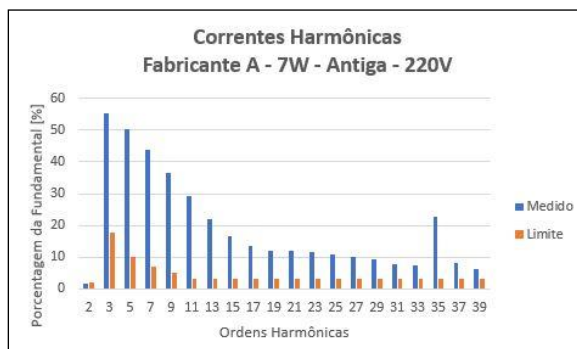


Figura 6 - Correntes Harmônica - A - 7W - Antiga - 220V

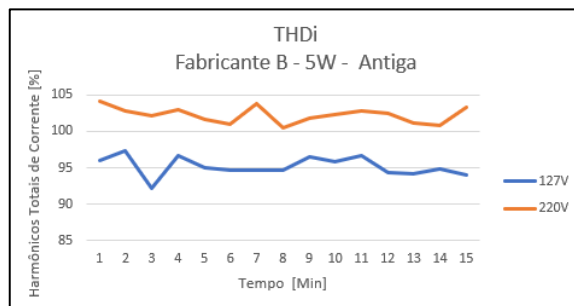


Figura 10 - THDi - B - 5W - Antiga

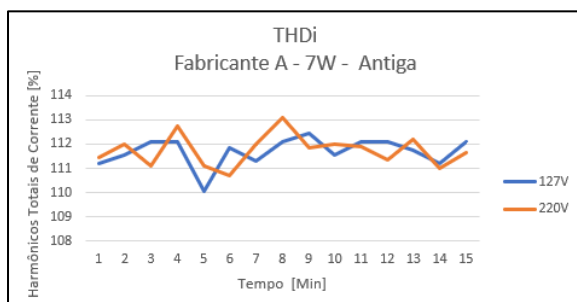


Figura 7 - THDi - A - 7W - Antiga

- Fabricante B – 10W – Antiga

Os resultados das correntes harmônicas são apresentados através dos histogramas da Figura 11, para uma tensão de 127V e o da Figura 12, para 220V. Observa-se que novamente as ordens harmônicas violaram dos limites considerados.

A distorção harmônica total de corrente (THDi) é apresentada na Figura 13, como esperado dos resultados anteriores há um elevado nível de distorção da corrente.

- Fabricante B – 5W – Antiga

Os resultados das correntes harmônicas são apresentados através dos histogramas da Figura 8, para uma tensão de 127V e o da Figura 9, para 220V. Novamente houve extrapolação dos valores limites em todas as ordens harmônicas.

A distorção harmônica total de corrente (THDi) é apresentada na Figura 10, como esperado, houve novamente superação dos limites individuais.

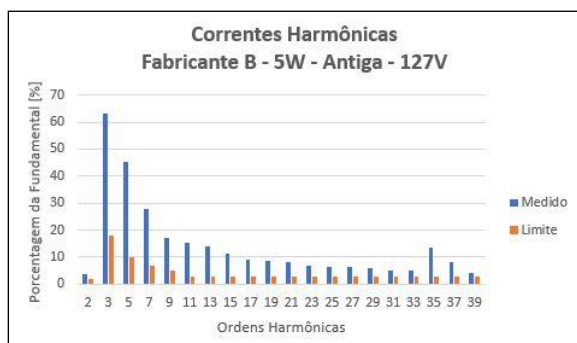


Figura 8 - Correntes Harmônica B - 5W - Antiga - 127V

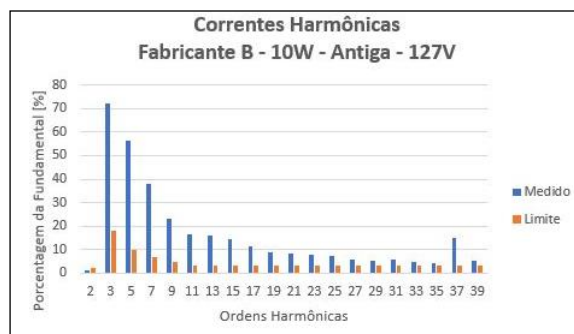


Figura 11 - Correntes Harmônica B - 10W - Antiga - 127V

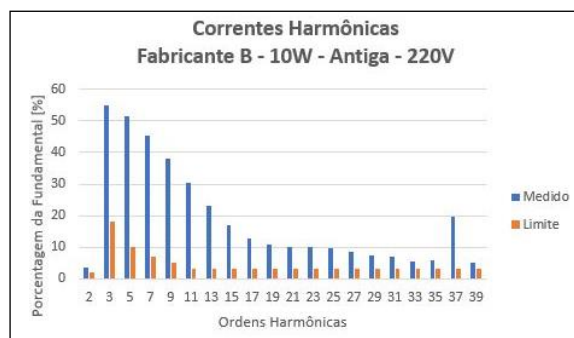


Figura 12 - Correntes Harmônica - B - 10W - Antiga - 220V

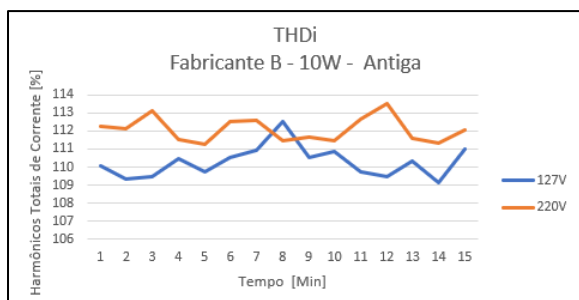


Figura 13 - THDi - B - 10W - Antiga

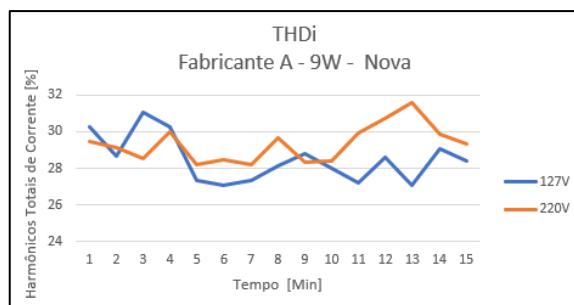


Figura 16 - THDi - A - 9W - Nova

- Fabricante A - 9W - Nova

Os resultados das correntes harmônicas são apresentados através dos histogramas da Figura 14, para uma tensão de 127V e o da Figura 15, para 220V. Observa-se que houve uma considerável redução nas correntes harmônicas, apesar de ainda haver pontos de violação dos limites para as ordens 5ª, 21ª e 23ª, em 127V e para as ordens 2ª, 21ª, 27ª e 33ª, em 220V. A distorção harmônica total de corrente (THDi) é apresentada na Figura 16, como esperado o nível foi drasticamente reduzido se comparado as lâmpadas antigas.

- Fabricante A - 12W - Nova

Os resultados das correntes harmônicas são apresentados através dos histogramas da Figura 17, para uma tensão de 127V e o da Figura 18, para 220V. Também observa-se que houve uma considerável redução nas correntes harmônicas, apesar de ainda haver pontos de inobservância dos limites para as ordens 5ª, 11ª, 13ª, 37ª e 39ª, em 127V e para as ordens 5ª e 35ª, em 220V.

A distorção harmônica total de corrente (THDi) é apresentada na Figura 19, o nível sofreu uma queda considerável se comparado com as lâmpadas fabricadas antes da Portaria nº144.

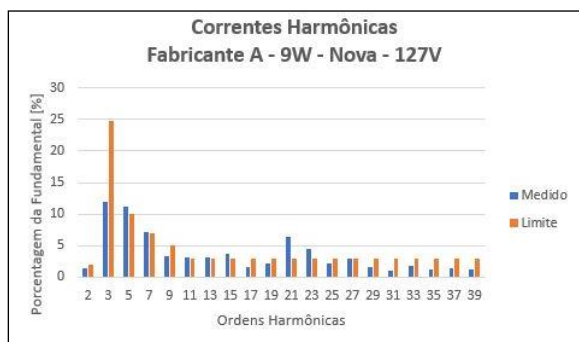


Figura 14 - Correntes Harmônica A - 9W - Nova - 127V

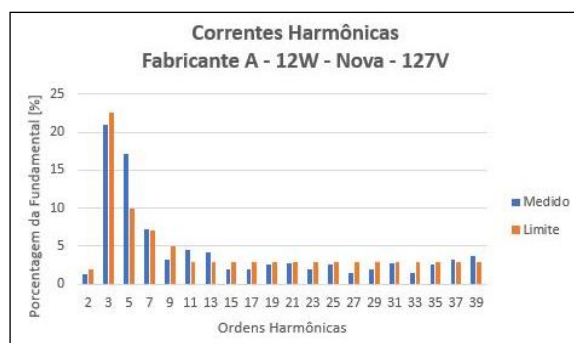


Figura 17 - Correntes Harmônica A - 12W - Nova - 127V

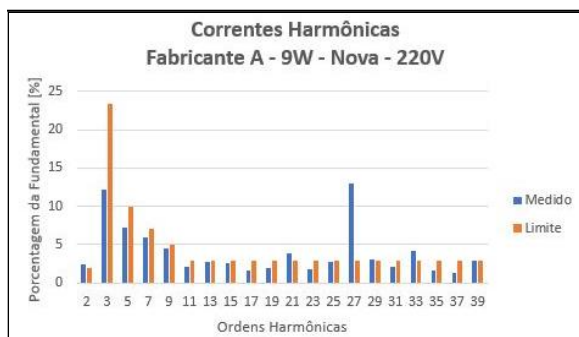


Figura 15 - Correntes Harmônica A - 9W - Nova - 220V

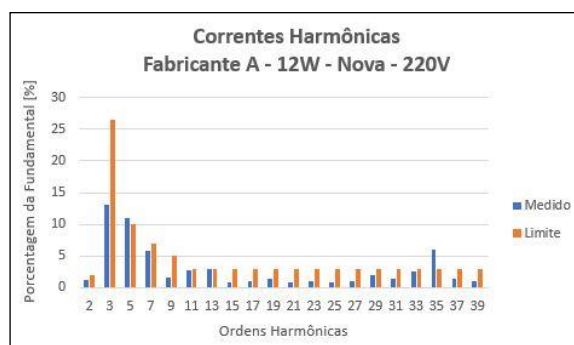


Figura 18 - Correntes Harmônica A - 12W - Nova - 220V

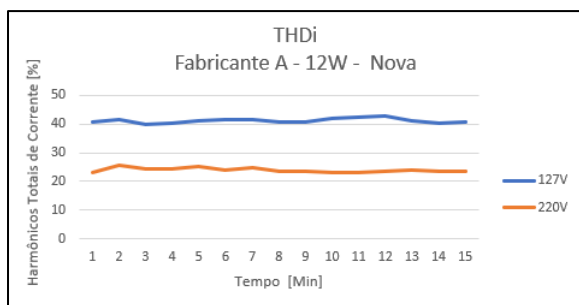


Figura 19 - THDi - A - 12W - Nova

- Fabricante B – 8W – Nova

Os resultados das correntes harmônicas são apresentados através dos histogramas da Figura 20, para uma tensão de 127V e o da Figura 21, para 220V. Observa-se que apesar da redução, ainda há pontos de superação dos limites para as ordens 33ª e 35ª, em 127V e para as ordens 2ª, 29ª, 31ª e 35ª, em 220V.

A distorção harmônica total de corrente (THDi) é apresentada na Figura 22, o nível sofreu uma queda considerável quando comparado com as lâmpadas antigas.

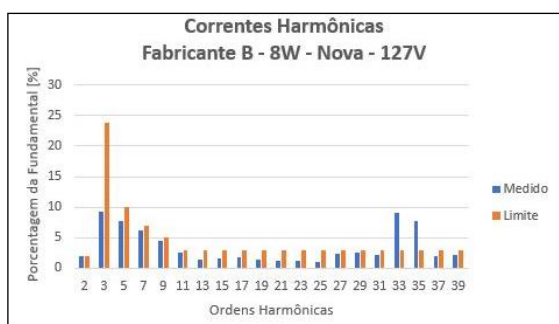


Figura 20 - Correntes Harmônica B - 8W - Nova - 127V

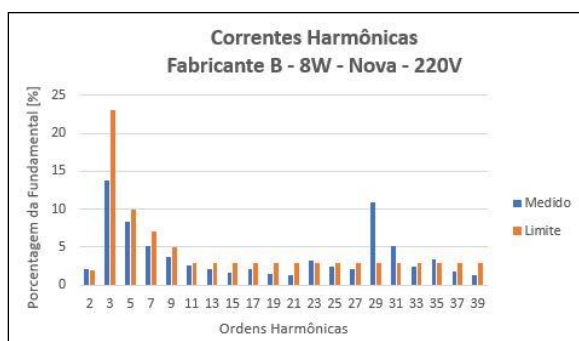


Figura 21 - Correntes Harmônica B - 8W - Nova - 220V

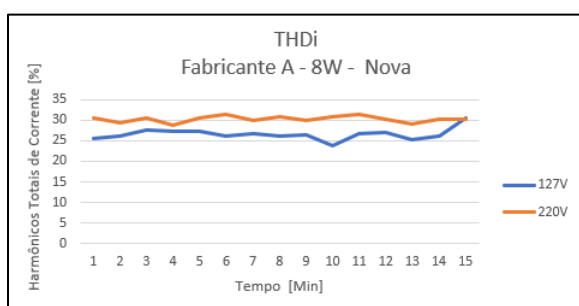


Figura 22 - THDi - B - 8W - Nova

- Fabricante B – 10W – Nova

Os resultados das correntes harmônicas são apresentados através dos histogramas da Figura 23, para uma tensão de 127V e o da Figura 24, para 220V. Observa-se que apesar da redução, ainda há pontos de transgressão dos limites nas ordens 5ª, 11ª, 33ª e 35ª, em 127V e em diversas ordens harmônicas, em 220V, não mantendo o desempenho observado.

A distorção harmônica total de corrente (THDi) é apresentada na Figura 25, o nível sofreu uma queda considerável se comparado com as antigas.

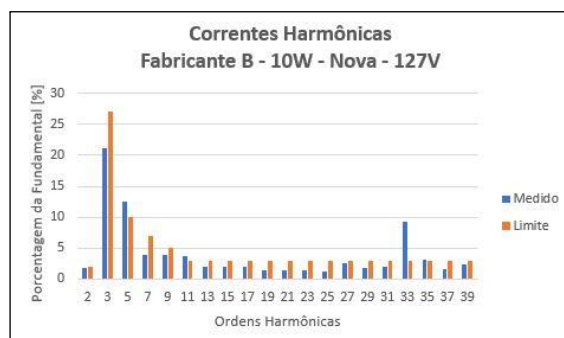


Figura 23 - Correntes Harmônica B - 10W - Nova - 127V

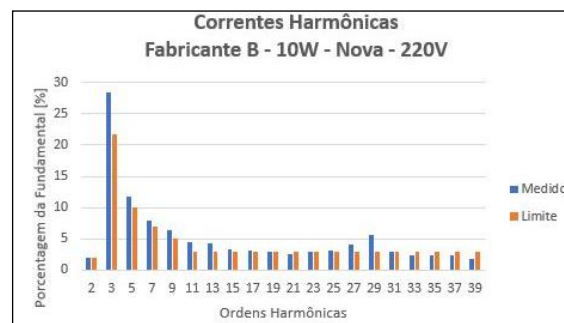


Figura 24 - Correntes Harmônica B - 10W - Nova - 220V

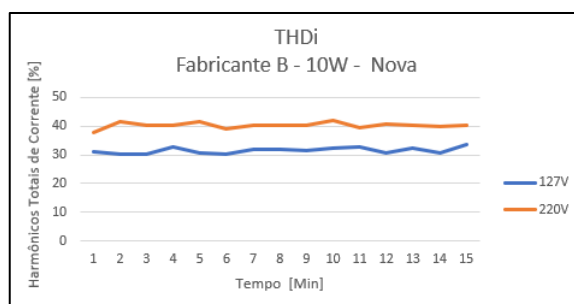


Figura 25 - THDi - B - 10W - Nova

4.4 Teste de Luminosidade

Os resultados para o teste de luminosidade são apresentados na Tabela 7. O sensor mede a luminosidade em lux, considerando distância de 0,76 m, entre a lâmpada e o sensor dentro da câmara escura e 120° de ângulo de fecho, disponível no manual das lâmpadas (Kelux, 2018).

Pelos resultados é possível concluir que o Fabricante A não apresenta problemas de luminosidade, nem antes nem depois da Portaria nº 144 do Inmetro. Já para o Fabricante B, 3 de 4 das suas lâmpadas não

apresentam luminosidade suficiente, conforme valores destacados em vermelho.

Tabela 7 - Resultado do Teste de Luminosidade

Luminosidade das lâmpadas LED						
Critério: ≥ 90% do nominal declarado						
Antigas						
Fabricante	Potência (W)	Declarado [lm]	Limite [lm]	Tensão	Medido [Lux]	Convertido [lm]
A	7	550	495	127	302,49	633,85
				220	301,76	632,32
B	5	405	364,5	127	104,74	219,46
				220	105,47	221,01
B	10	806	725,4	127	186,04	389,84
				220	186,04	389,84
Novas						
Fabricante	Potência (W)	Declarado [lm]	Limite [lm]	Tensão (V)	Medido [Lux]	Convertido [lm]
A	9	860	774	127	440,92	923,92
				220	454,10	951,53
A	12	1200	1080	127	614,88	1282,15
				220	610,11	1278,44
B	8	803	722,7	127	350,95	735,37
				220	363,58	761,86
B	10	1018	916,2	127	401,37	841,04
				220	403,49	845,47

5 Conclusão

Este artigo pode comprovar a importância da regulamentação implementada pela portaria nº144 do Inmetro. Há uma clara melhora na qualidade das lâmpadas, especialmente nos quesitos fator de potência, que foi adequado em todas as lâmpadas novas testadas, e correntes harmônicas, que apesar de não ser um critério exigido pela portaria para as lâmpadas com potência menor que 25W, já foi melhorado. Esses resultados impactam diretamente na qualidade da energia elétrica.

Observa-se que ainda há oportunidades de melhoria, tanto nas correntes harmônicas, quanto na luminosidade do fabricante B. No entanto, o ponto mais crítico é a potência das lâmpadas, já que um dos principais motivadores desta mudança de tecnologia é a redução do gasto energético. É fato que, quando comparada a lâmpada incandescente, já houve uma melhora enorme na eficiência energética das lâmpadas LED, porém, deve-se adequar a potência declarada a que realmente é consumida.

Para trabalhos futuros pretende-se estudar o impacto da inserção de um elevado número de lâmpadas no sistema de distribuição. Também pretende-se realizar os mesmos testes em lâmpadas de outros fabricantes.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio parcial do CAPES, FAPEMIG, FUPAI e UNIFEI

Referências Bibliográficas

California Instruments (2001). Instruction Manual 2750L-P/4500L-P/6000L-P. Revision K.

Craide, S. (2016). Lâmpadas incandescentes não poderão ser vendidas no Brasil a partir do dia 30. EBC Agência Brasil. <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-06/lampadas-incandescentes-nao-poderao-ser-vendidas-no-brasil-partir-do-dia-30>> Acesso: 15/03/2018.

Dranetz-BMI (2005). PowerGuide® 4400 USER'S GUIDE.

Inmetro (2014). Portaria nº 389, <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/R_TAC002154.pdf> Acesso: 03/09/2017.

Inmetro (2015). Portaria nº 144. <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/R_TAC002235.pdf> Acesso: 03/09/2017.

Intersil (2009). ISL29020, Intersil Corporation, Milpitas, CA- Datasheet.

Kelux (2018). Conversor de Lumens – Lux.

<<http://kelux.com.br/loja/ferramentas/conversor-de-lumens-para-lux.html>> Acesso: 23/03/2018.

ONUBR (2015). Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>> Acesso: 15/03/2018.

Turella, R. (2016). A Evolução das Lâmpadas. CUBi Energia. <<https://www.cubienergia.com/a-evolucao-das-lampadas/>> Acesso em: 15/03/2018.

Wanderley, T.C. (2014). A evolução das lâmpadas e a grande revolução dos LEDs. Revista On-line IPOG Especialize.