



Latin American Journal of Energy Research – Lajer (2024) v. 11, n. 1, pp. 84–98  
<https://doi.org/10.21712/lajer.2024.v11.n1.p84-98>

## Iluminação a LED – avaliação das lâmpadas LED disponíveis para o consumidor brasileiro

### *Lightining with LED – evaluation of LED lamps available for the brazilian consumer*

Teófilo Miguel de Souza<sup>1</sup>, Humberto Rodriguez dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professor da Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Paulo, SP, Brasil

<sup>2</sup> IBMEC, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Received: 5 February 2024 | Accepted: 2 May 2024 | Published online: 5 June 2024

**Resumo:** A iluminação consome cerca de 15% da energia elétrica disponível. O nosso modo de vida, diuturna, demanda que o meio ao nosso redor se adeque ao que precisamos. As lâmpadas, invenção centenária, em contínua evolução, vem-se apresentando em diversas formas e tecnologias. O momento é da iluminação a LED, que está levando à descontinuidade de diversas outras tecnologias. Neste trabalho, escolhemos algumas marcas muito usadas para fazer uma avaliação de sua performance, e para tal utilizamos o laboratório do Ponto de Luz, nas dependências da UNESP para jogar um pouco de luz no assunto

Palavras-chave: Eficiência Energética, Iluminação LED, LED, Economia de Energia

**Abstract:** *Lighting consumes around 15% of available electrical energy. Our day-to-day way of life demands that the environment around us adapts to what we need. Light bulbs, a century-old invention, in continuous evolution, have come in different forms and technologies. The moment is LED lighting, which is leading to the discontinuity of several other technologies. In this work, we chose some widely used brands to evaluate their performance, and to do so we used the Ponto de Luz laboratory, on the premises of UNESP, to shed a little light on the subject.*

**Keywords:** *Energetic Eficiency, LED Lghtining, LED, Economy of Energy*

## 1 Introdução

Poucas invenções estão a tanto tempo e fizeram tanta diferença na história da humanidade. Esse invento reduziu os riscos de incêndios dos lampiões a querosene, ou de gás, permitiu a todos a extensão do dia, substituindo a luz natural, quando a iluminação do sol terminava e permitiu que o ser humano atuasse em locais não atingidos pela luz do sol, com maior segurança. Estamos falando da lâmpada elétrica, um invento centenário, mas em constante evolução.

Essa aventura iniciou-se no século XVIII, para substituir a lâmpada elétrica e continuou pelo século XIX onde baseando-se na resistência elétrica e a incandescência desta quando da passagem da corrente elétrica. A grande questão era achar um resistente o suficiente. Em 1879, Thomas Edison utilizou carvão, e segundo consta 900 tentativas depois ele chegou no tungstênio, que prevaleceu na iluminação residencial até algumas décadas atrás.

O desenvolvimento da lâmpada elétrica, foi, em fato um trabalho de diversos cientistas que foram de fracasso em fracasso contribuindo para essa evolução. Na Figura 1 tem-se a representação desde a vela até a lâmpada LED. Em fato, é uma história de muitos protagonistas:

- Em 1901 o americano Cooper Hewit patenteou a lâmpada de mercúrio;
- Em 1927, o alemão Edmurnd Germer aperfeçoou a lâmpada fluorescente;
- Em 1958 foram introduzidas as lâmpadas halógenas;
- Em 1989 foram lançadas as lâmpadas LED. São as lâmpadas mais modernas do mercado, convertem quase toda a energia elétrica em luz;

- Estima-se que a iluminação seja responsável por 15% do consumo de energia do mundo (Ayan e Turkey, 2022).



Figura 1. Evolução da lâmpada elétrica. Fonte: Neoenergia.

LED significa Light Emitting Diode, ou diodo emissor de luz. O princípio de funcionamento é a recombinação entre elétrons e lacunas em um material semicondutor com arseneto de gálio, sob a presença de tensão. Há geração de radiação infravermelho e luz visível. A corrente necessária para isto é muito baixa, o que concorre para uma lâmpada de led ter baixo consumo de energia. Esses dispositivos já são conhecidos desde a década de 1960, porém a tecnologia ainda limitava a potência dos LED, sendo usado basicamente em displays de equipamentos eletrônicos.

Uma característica inerente ao LED é sua geração de harmônicos (Ayan e Turkey, 2022), mas este fato pode ser minimizado com a combinação de diversos tipos de LEDs.



Figura 2. Led de diferentes lâmpadas. Fonte: Wikipedia.

O desenvolvimento do LED permitiu que essa tecnologia fosse usada para iluminação. Note que o LED não é monocromático, mas possui uma faixa de frequência de emissão bastante estreita. Apesar de hoje possuir ótima reprodução de cor e ter dominado o mercado, no início as lâmpadas não eram aceitas em ambientes industriais com máquinas girantes pois dificultavam a percepção de máquinas girando. Na Figura 2 pode-se observar diversos tipos de encapsulamento dos LEDs.

Atualmente essas lâmpadas são amplamente utilizadas em praticamente todas as aplicações, desde residencial, passando por iluminação pública, consultórios médicos e locais onde a acuidade visual é muito necessária.

Com a promessa de baixo consumo de energia, alta durabilidade, ótima reprodução de cor, ausência de materiais danosos ao Meio Ambiente (as fluorescentes possuíam mercúrio) e com baixa dissipação de calor, o LED tornou-se uma unanimidade, tirando espaço para praticamente todos os outros tipos de lâmpadas, excetuando-se alguns casos especiais, onde o LED não atende, como por exemplo em ambientes muito quentes.

## 1.1 Objetivos

O Objetivo deste trabalho é avaliar as características elétricas de consumo de energia elétrica de lâmpadas comuns LED oferecidos no mercado. Trata-se de lâmpadas comuns com preços semelhantes. Também será avaliado painéis de LED de 12 Watts. Como objetivos específicos tem-se:

- Compatibilidade entre a potência ativa indicada e a medida.
- Comparação entre a corrente declarada e a consumida.
- Aferição do fator de potência real da lâmpada, levando em consideração os harmônicos.

## 2 Método

O método utilizado neste trabalho consiste em testarmos 8 lâmpadas bulbo de LED de 9 Watts e mais 8 painéis de LED de 12 Watts. Complementando o teste, ensaiamos a linha de lâmpada bulbo da Elgin e a família de painéis da Avanti. Os fabricantes e modelos podem ser vistos na Tabela 1.

Esses dispositivos foram adquiridos no comércio, sem participação de nenhum fabricante. Os nomes dos rótulos são propriedade dos fabricantes.

Tabela 1. Dispositivos selecionados para teste.

Fabricante		Fabricante – Medições de Linha	
Lâmpadas bulbo 9 watts	Painéis led 12 watts	Bulgo Elgin W (watts)	Painéis Avanti W (watts)
Rayovac	Elgin	6	6
Tramontina	Economax	9	12
Kian	Kian	12	18
Ourolux	Avanti	20	24
Lorenzitti	Blumenau	30	
Avanti	Lumi	50	
Elgin	Ultraluz	65	
Tashibra	Tashibra		

Tabela 2. Medições efetuadas por dispositivo.

Marca
Tensão (volts)
Corrente (A)
Potência ativa (W)
Potência aparente (VA)
Potência reativa (Var)
Luminância (lm)
Fator de potência
TDH %

Todas as medições foram efetuadas no Laboratório do “Ponto Iluminado” situado nas instalações da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – UNESP. Na Tabela 2 estão dispostas as grandezas a serem medidas. Todas as Lâmpadas estão registradas e avaliadas pelo PROCEL e seguem a Portaria INMETRO nº 477.

Grandezas que serão medidas:

- Tensão (V): é a medição da tensão que está sendo aplicada nos terminais do dispositivo de iluminação ensaiado.
- Corrente (A): é a corrente que está passando pelo dispositivo de iluminação ensaiado.
- Potência (W): Trata-se da potência ativa, também medida. Essa é a potência útil que está sendo consumida pela lâmpada para funcionar.
- Potência Aparente: É a potência total consumida pelo dispositivo, é a soma da potência ativa mais a potência reativa. Quanto maior a participação da Potência Ativa na composição da Potência Aparente, maior o Fator de Potência e melhor o desempenho do dispositivo. É medida em (VA)
- Potência Reativa: Potência usada para manter os campos magnéticos das cargas indutivas. É medida em VAR.
- Luminância: É a quantidade de luz que é emitida. O valor medido não corresponde ao valor de Luminância do dispositivo, uma vez que para isto é feito um ensaio especial. Esta medição está sendo utilizada apenas para comparação entre as marcas. A medição de todos os dispositivos foi tomada com o luxímetro a um metro do dispositivo. Também deve ser considerado que para painéis, a difusão de luz é diferente do bulbo. O painel tem iluminação mais direcionada que o bulbo. Os dados coletados são para comparação entre LED bulbo e somente entre LED painel.
- Fator de Potência: O fator de potência é a relação entre a potência ativa e a potência aparente. Serve para indicar o quão eficiente é o dispositivo no consumo de energia. Geralmente é representado por um triângulo como o da Figura 3.

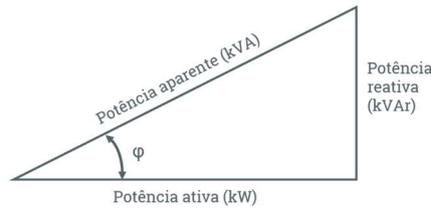


Figura 3. Triângulo das potências. Fonte: Site luterled

Este item merece algumas considerações. Podemos verificar que entre a Potência Aparente e a Potência Ativa existe uma indicação de ângulo  $\varphi$ . O fato de potência também é denominado de  $\cos\varphi$ , mas somente para o caso de um sistema sem harmônicos. Quando há harmônicos (Jettanasen, 2014) o triângulo das potências recebe uma terceira dimensão, e a partir daí não se pode dizer que  $\cos\varphi$  é igual a fator de potência. Essa foi uma situação identificada em todas as medições. Nesses casos, deve ser calculado o Fator de Potência Real. O fator de potência expresso na embalagem dos dispositivos de laminação referem-se apenas a defasagem entre a corrente e a tensão na frequência fundamental. Ou seja, é a defasagem entre a corrente real e a tensão na frequência fundamental, que nesse caso desconsidera os harmônicos gerados pelo próprio dispositivo de iluminação. Em nosso caso estará sendo medido o fator de potência real que é o que importa.

- TDH (Taxa de Distorção Harmônica): este item é calculado considerando o valor eficaz de todas as harmônicas (Putz, 2019) dividido pelo valor eficaz da onda fundamental, ou seja no numerador são consideradas todas as harmônicas em seu valor eficaz dividido pela onda de 60 Hz da tensão aplicada (sem nenhuma distorção). Quanto maior o valor da TDH, pior é a qualidade do dispositivo, ou seja, mais harmônicos ele está injetando na rede, e mais deformada está ficando a fundamental.

Para as lâmpadas bulbo estaremos tirando um print da tela do medidor para avaliar o comportamento das harmônicas.

### 3 Desenvolvimento: medições efetuadas

As medições foram efetuadas no laboratório do Ponto de Luz, localizado na UNESP – Guaratinguetá. Os instrumentos utilizados foram o Fluke 435 Power Quality Analyzer e o luxímetro Next AS 803.

Estará sendo também medida a Luminância apenas para dado de comparação, pois este não é o objetivo deste trabalho. As medidas de luminância foi tomada com o luxímetro a um metro de distância da fonte de luz. O valor de lumens obtido será tomado apenas como referência para comparação.

#### 3.1 Medições de lâmpadas bulbo de 9 Watts

A fim de entender o desempenho dos LEDs, para as lâmpadas bulbo estaremos tirando um print da tela do medidor e avaliando o comportamento dos harmônicos.

Na Tabela 3 e na Figura 4 temos as medições da Rayovac. A potência ativa declarada da lâmpada é de 9 Watts, porém medimos 7 Watts. Já a corrente medida está compatível com a potência aparente, mas não com a potência ativa – o fabricante declara corrente de 0,05 A em 220 Volts e encontramos 0,14 A em 214 Volts, quase três vezes mais. O Fator de potência declarado é  $> 0,7$ , o encontrado foi de 0,24. Declara durabilidade de 25.000 horas e dá garantia de 5 anos contra defeitos. O TDH medido chegou a 90%, o que é muito alto e indica uma alta geração de harmônicos, e isso pode ser vista na figura da direita onde tem-se do terceiro ao nono harmônico muito alto. O fabricante declara 806 lumens.

Tabela 3. Medições lâmpada bulbo 9 W – Rayovac.

Marca	Rayovac
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,14
Potência ativa (W)	7
Potência aparente (VA)	30
Potência reativa (Var)	29
Luminância (lm)	93
Fator de potência	0,24
TDH %	90

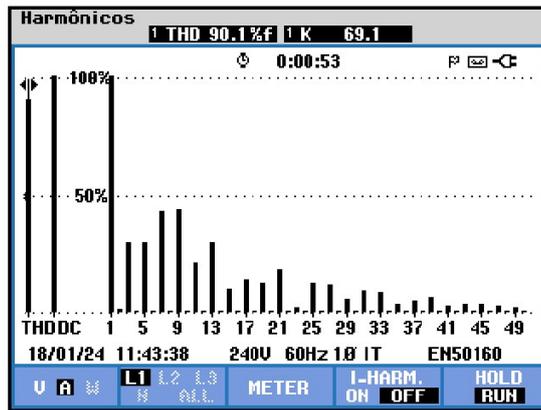


Figura 4. Medições lâmpada bulbo 9 W – Rayovac.

Na Tabela 4 e na Figura 5 tem-se as medições da Tramontina. A potência encontrada está coerente com o declarado. Mas a corrente medida também está em desacordo com a potência declarada: declara 0,052 A em 220 Volts e encontramos 0,14 A. O fator de potência declarado é maior que 0,7, mas o que foi encontrado foi de 0,28. Neste caso também há grande distorção de harmônicos, como pode ser visto na figura da direita, sendo relevante a geração até a 11ª harmônica – TDH 90,5%. A vida útil declarada é de 25.000 horas e oferece uma garantia de 2 anos. Na embalagem recomenda a instalação da lâmpada por profissional habilitado e fazer o correto aterramento do produto. Ambos os pontos são questionáveis: a necessidade de um eletricista com NR-10 para troca e aterramento de uma lâmpada de material termoplástico.

Tabela 4. Medições lâmpada bulbo 9 W – Tramontina.

Marca	Tramontina
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,14
Potência ativa (W)	9
Potência aparente (VA)	31
Potência reativa (Var)	29
Luminância (lm)	102
Fator de potência	0,28
TDH %	90,5

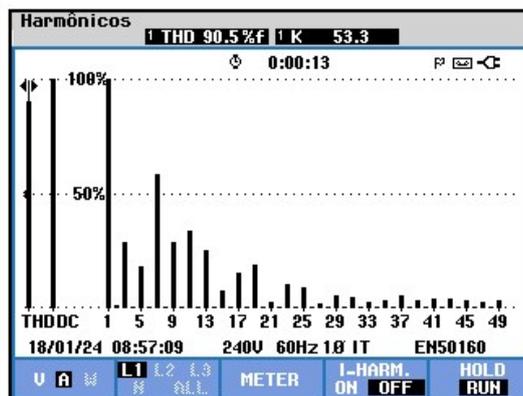


Figura 5. Medições lâmpada bulbo 9 W – Tramontina.

Na Tabela 5 e na Figura 6 tem-se as medições da Kian. A potência ativa encontrada está em conformidade com o declarado. Já a corrente elétrica declarada de 0,058 A difere bastante do que foi medido: 0,15 A. O fator de potência declarado é  $> 0,7$  mas o encontrado foi de 0,28. Também foi medida grande distorção devido aos harmônicos como pode ser visto na medição do TDH de 89,8% e também na figura ao lado, onde aparecem harmônicos significativas até a 13ª harmônica. O fabricante declara 803 lumens. A vida útil declarada é de 25.000 horas e o fabricante dá garantia de 1 ano.

Tabela 5. Medições lâmpada bulbo 9 W – Kian.

Marca	Kian
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,15
Potência ativa (W)	9
Potência aparente (VA)	31
Potência reativa (Var)	30
Luminância (lm)	100
Fator de potência	0,28
TDH %	89,8

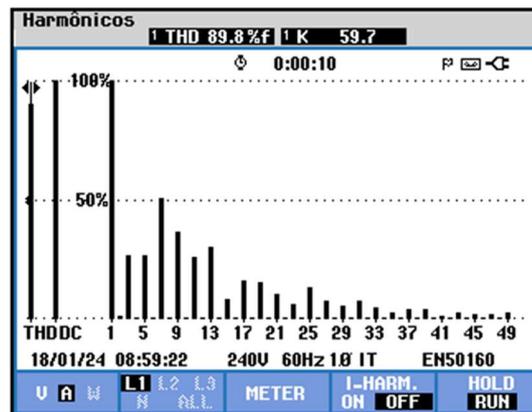


Figura 6. Medições lâmpada bulbo 9 W – Kian.

Na Tabela 6 e na Figura 7 estão as medições efetuadas na Ourolux. A potência ativa declarada é de 9 Watts, porém foram medidos 10 Watts. A corrente medida de 0,15 A é bem maior que a corrente de 0,043 A declarada, em mais de 3 vezes. O fator de potência declarado é  $> 0,7$  mas foi medido 0,31. Neste caso também uma forte distorção harmônica é verificada como pode ser visto na figura ao lado, onde aparecem harmônicas significativas até a 13ª harmônica, o que ocasiona um TDH de 78,7%. A vida útil declarada é de 25.000 horas e a garantia é de 1 ano. O fabricante declara 803 lumens.

Tabela 6. Medições Lâmpada bulbo 9 W – Ourolux.

Marca	Ourolux
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,15
Potência ativa (W)	10
Potência aparente (VA)	31
Potência reativa (Var)	30
Luminância (lm)	115
Fator de potência	0,31
TDH %	78,7

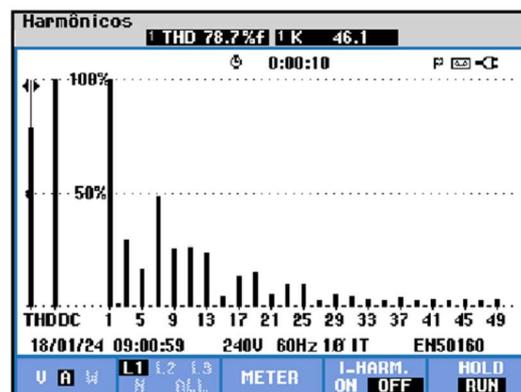


Figura 7. Medições Lâmpada bulbo 9 W – Ourolux.

Na Tabela 7 e na Figura 8 temos as medições efetuadas na lâmpada da Lorenzetti. A potência declarada é de 9 Watts, mas a medida foi de 8,5 Watts. A corrente declarada para 220 Volts é de 0,053 A e a medida foi de 0,14 A. Também neste caso verificamos um fator de potência bastante baixo de 0,27 contra o declarado de  $> 0,70$ . Também foi percebido harmônicos relevantes até o 13º, como pode ser verificado na figura a lado. O TDH também resultou em um valor alto. O fabricante declara 803 lm de fluxo luminoso. A vida útil declarada é de 25.000 horas e a garantia de 2 anos.

Tabela 7. Medições Lâmpada bulbo 9 W – Lorenzetti.

Marca	Lorenzetti
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,14
Potência ativa (W)	8,5
Potência aparente (VA)	31
Potência reativa (Var)	30
Luminância (lm)	101
Fator de potência	0,27
TDH %	84

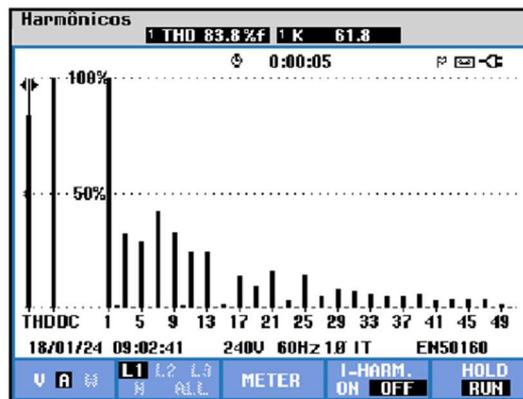


Figura 8. Medições Lâmpada bulbo 9 W – Lorenzetti.

Na Tabela 8 e na Figura 9 são apresentadas as medições da Avant. A potência declarada está de acordo com a medida. A corrente declarada, porém, de 0,06 A está em desacordo com o medido que foi de 0,15 A, mais que o dobro do declarado. O fator de potência declarado pelo fabricante é  $> 0,7$  e o medido foi de 0,27. Neste caso também, foi detectado um nível alto de harmônicos, com valores significativos até o 13º harmônico e uma preponderância do 7º harmônicos. O nível de distorção (TDH), consequentemente também está alto 88,6%. O fabricante declara 810 lm. A vida útil é de 25.000 horas e a garantia de um ano.

Tabela 8. Medições Lâmpada bulbo 9 W – Avant.

Marca	Avant
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,15
Potência ativa (W)	9
Potência aparente (VA)	32
Potência reativa (Var)	30
Luminância (lm)	113
Fator de potência	0,27
TDH %	88,6

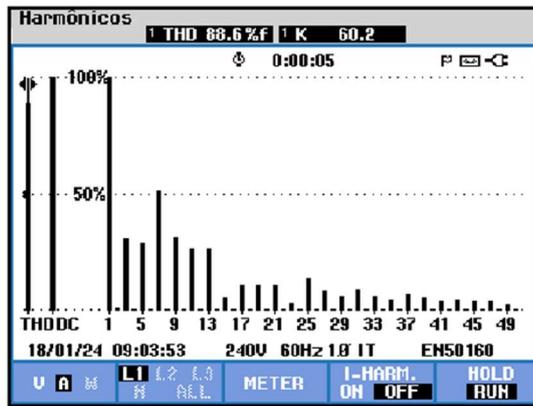


Figura 9. Medições Lâmpada bulbo 9 W – Avant.

Na Tabela 9 e na Figura 10 estão apresentadas as medições efetuadas com a lâmpada da Elgin. A potência declarada da lâmpada é de 9 Watts, porém foi medido 7 Watts. A corrente nominal declarada é de 0,05 A em 220 Volts, e o encontrado foi de 0,14 A. O fator de potência declarado  $> 0,7$  também não condiz com o medido de 0,24. Com relação a harmônicos, também foi verificado harmônicos significativos até o 13º com destaque para o 7º. O índice de distorção harmônico (TDH) ficou em 90%, muito alto. O fluxo luminoso declarado é de 810 lm. A vida útil é de 25.000 horas e a garantia de 1 ano.

Tabela 9. Medições lâmpada bulbo 9 W – Elgin.

Marca	Elgin
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,14
Potência ativa (W)	7
Potência aparente (VA)	30
Potência reativa (Var)	29
Luminância (lm)	93
Fator de potência	0,24
TDH %	90

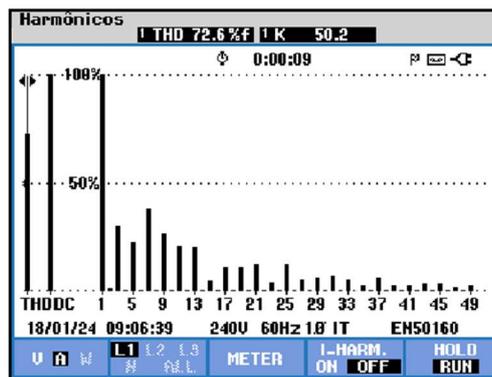


Figura 10. Medições lâmpada bulbo 9 W – Elgin.

Na Tabela 10 e na Figura 11 estão apresentadas as medições da lâmpada da Tashibra. A potência declarada é de 9Watts, porém o valor medido foi de 8 Watts. A corrente declarada é de 0,05 A e a encontrada foi de 0,15 A, tres vezes mais. O fator de potência declarado é  $> 0,7$ , mas o encontrado foi 0,26 e neste caso, também se faz presente grande geração de harmônicos, como pode ser visto na figura ao lado. Os harmônicos são significativos até o 13º, e o TDH ficou em 83,2%. O fabricante declara 803 lumens. A vida útil é de 25.000 horas e a garantia é de 3 anos.

Tabela 10. Medições lâmpada bulbo 9 W – Tashibra.

Marca	Tashibra
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,15
Potência ativa (W)	8
Potência aparente (VA)	32
Potência reativa (Var)	30
Luminância (lm)	110
Fator de potência	0,26
TDH %	83,2

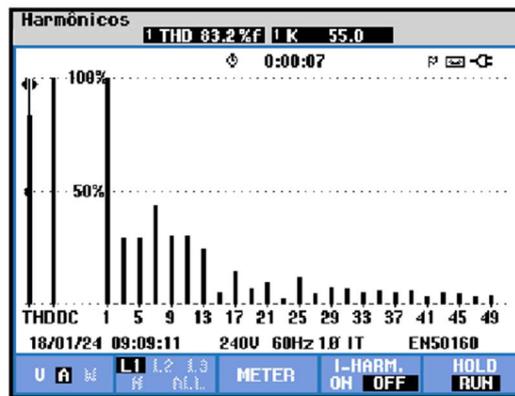


Figura 11. Medições lâmpada bulbo 9 W – Tashibra.

### 3.1.1 Comentários

Todas as lâmpadas tipo bulbo de LED analisadas apresentaram uma geração de harmônicos muito elevada. Conforme foi mencionado acima, a presença desses harmônicos impedem que o Fator de Potência seja medido pela defasagem entre corrente e tensão. Nesse caso, é necessário que os harmônicos sejam considerados. Uma vez que o que é cobrado na conta de energia são os kWh, então não há prejuízo financeira nessa situação, mas se pensarmos em termos de carregamento de fiação, então temos de tomar cuidado, principalmente se for para ambientes comerciais, onde esse dispositivo tende a ficar ligado continuamente por mais tempo.

Para as condições ensaiadas, as duas marcas que produziram mais iluminação foi a Oourolux (115 lm) e a Avant (113 lm). As piores foram Rayovac e Elgin, ambas com 93 lm.

### 3.2 Família Elgin

Efetuamos mais uma medição, com os bulbos da Elgin, variando de 6 Watts até 65 Watts para verificar se essas características se referem à lâmpada ensaiada ou à tecnologia adotada.

Na Tabela 11 e na Figura 12, temos as medições da lâmpada de 6 Watts da Elgin. A potência está coerente com o valor que foi medido. A corrente média, porém está semelhante às lâmpadas de 9 Watts com o valor de 0,14 A enquanto que o especificado para 240 Volts seria 0,04 A. O fator de potência ficou ainda mais baixo com o valor de 0,2, contra o declarado de  $> 0,7$ , embora a distorção de harmônicos ficou em torno de 76%. Percebe-se uma grande influência do 3º harmônico na figura ao lado.

Tabela 11. Medições lâmpada bulbo 6 W – Elgin.

Marca	Elgin 6 W
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,14
Potência ativa (W)	6
Potência aparente (VA)	31
Potência reativa (Var)	30
Luminância (lm)	88
Fator de potência	0,20
TDH %	76

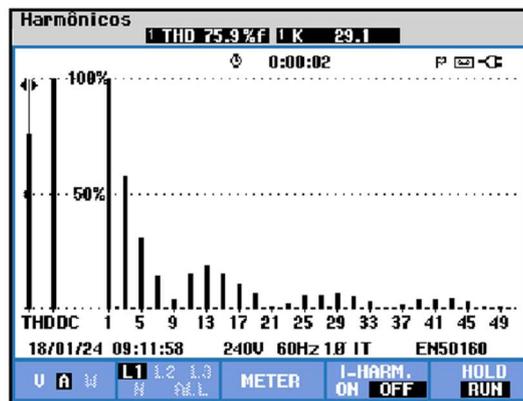


Figura 12. Medições lâmpada bulbo 6 W – Elgin.

Na Tabela 12 e na Figura 13 temos as lâmpadas de 9 Watts. Essa lâmpada já foi analisada anteriormente, mas foi repetida aqui para termos o conjunto de lâmpadas desse fabricante para analisar.

Tabela 12. Medições lâmpada bulbo 9 W – Elgin.

Marca	Elgin 9 W
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,14
Potência ativa (W)	7
Potência aparente (VA)	30
Potência reativa (Var)	29
Luminância (lm)	93
Fator de potência	0,24
TDH %	90

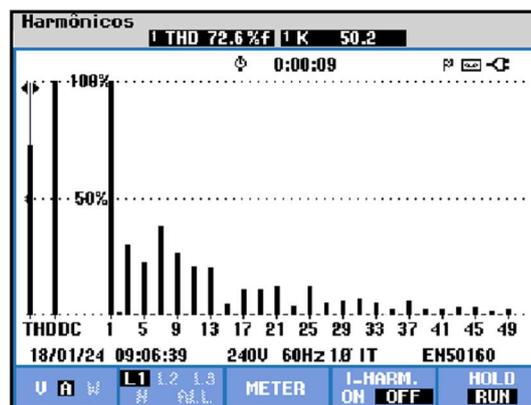


Figura 13. Medições lâmpada bulbo 9 W – Elgin.

Na Tabela 13 e na Figura 14 estão apresentadas as medições efetuadas com a lâmpada da Elgin. A potência declarada da lâmpada é de 12 Watts, porém foi medido 10 Watts. A corrente nominal declarada é de 0,07 A em 220 Volts, e o encontrado foi de 0,15 A. O fator de potência declarado > 0,7 também não condiz com o medido de 0,3.

Tabela 13. Medições lâmpada bulbo 12 W – Elgin.

Marca	Elgin 12 W
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,15
Potência ativa (W)	10
Potência aparente (VA)	33
Potência reativa (Var)	31
Luminância (lm)	138
Fator de potência	0,30
TDH %	92,9

Com relação a harmônicos, também foi verificado harmônicos significativos até o 13º com destaque para o 7º. O índice de distorção harmônico (TDH) ficou em 92,9%, muito alto. O fluxo luminoso declarado é de 1050 lm. A vida útil é de 25.000 horas e a garantia de 1 ano.

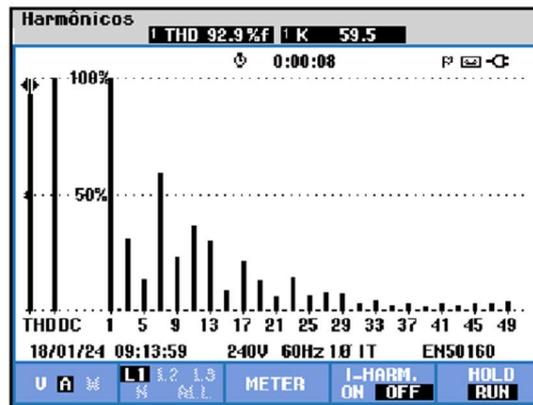


Figura 14. Medições lâmpada bulbo 12 W – Elgin.

Na Tabela 14 e na Figura 15 temos as medições da lâmpada tipo bulbo de 20 Watts. A potência medida foi de 14 Watts, contra a declarada de 20 Watts. A corrente nominal é 0,129 A e a medida foi 0,16 A. O fator de potência declarado é  $> 0,7$ , porém o encontrado foi 0,42. Percebe-se uma distorção harmônica significativa no valor de 69%, sendo o terceiro harmônico o preponderante. O fabricante declara 1600 lumens de luminância. A vida útil é de 25.000 horas e a garantia de um ano.

Tabela 14. Medições lâmpada bulbo 20 W – Elgin.

Marca	Elgin 20 W
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,16
Potência ativa (W)	14
Potência aparente (VA)	35
Potência reativa (Var)	32
Luminância (lm)	174
Fator de potência	0,42
TDH %	69

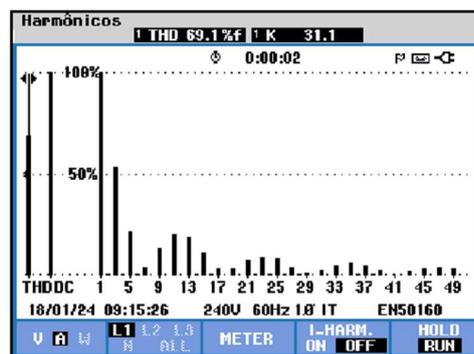


Figura 15. Medições lâmpada bulbo 20 W – Elgin.

Na Tabela 15 e na Figura 16 temos as medições efetuadas na lâmpada de 30 Watts da Elgin. A potência nominal da lâmpada é 30 Watts, mas o encontrado foi 19 Watts. Há uma melhora no fator de potência, que o fabricante declara  $> 0,7$ , mas foi obtido 0,53. A corrente medida foi 0,17 A enquanto que a declarada foi 0,095 A. A distorção harmônica ficou em 15,7%, o que é um patamar bem mais baixo do que as outras lâmpadas de menor potência, apesar de ainda não ser considerado satisfatório. O fabricante declara 2.400 lumens. A vida útil é de 25.000 horas e o fornecedor dá um ano de garantia.

Tabela 15. Medições lâmpada bulbo 30 W – Elgin.

Marca	Elgin 30 W
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,17
Potência ativa (W)	19
Potência aparente (VA)	36
Potência reativa (Var)	31
Luminância (lm)	226
Fator de potência	0,53
TDH %	15,7

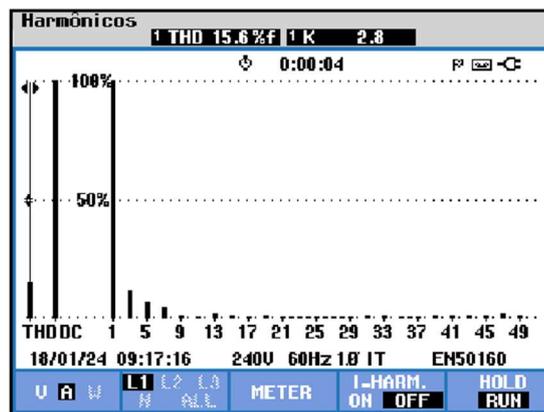


Figura 16. Medições lâmpada bulbo 30 W – Elgin.

Na Tabela 16 e na Figura 17, é apresentada as medições da lâmpada bulbo de 50 Watts da Elgin. A potência declarada é 50 Watts, porém a potência medida é 32 Watts. A corrente nominal é 0,118 A e a medida 0,19 A. O fator de Potência medido é ainda inferior ao que está declarado: medido 0,79 e declarado > 0,92. Com relação à distorção harmônica, ela está em 14,7%. Valores bem melhores que as medições anteriores. O fornecedor informa luminância de 4000 lumens. Vida útil de 25.000 horas e um ano de garantia.

Tabela 16. Medições lâmpada bulbo 50 W – Elgin.

Marca	Elgin 50 W
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,19
Potência ativa (W)	32
Potência aparente (VA)	40
Potência reativa (Var)	24
Luminância (lm)	412
Fator de potência	0,79
TDH %	14,7

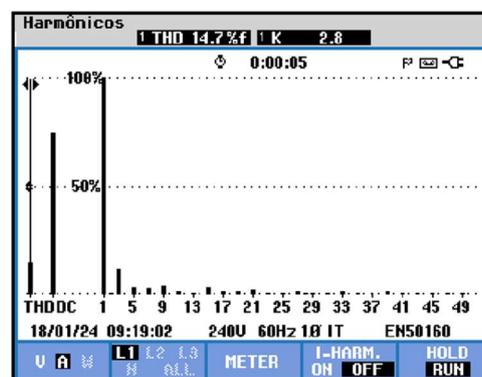


Figura 17. Medições lâmpada bulbo 50 W – Elgin.

Na Tabela 17 e na Figura 18 são apresentados os valores obtidos no ensaio da lâmpada de 65 Watts da Elgin. A potência medida é de 58 Watts. A corrente declarada em 220 Volts é de 0,31 A e a medida foi de 0,29 A. O fator de potência declarado é  $> 0,92$  e o valor encontrado foi 0,92. A distorção harmônica (TDH) é 9,6%. O fornecedor declara que o painel pode fornecer 6.500 lm. Vida útil de 25.000 horas e 1 ano de garantia

Tabela 17. Medições lâmpada bulbo 65 W – Elgin.

Marca	Elgin 65 W
Tensão (volts)	214
Corrente (A)	0,29
Potência ativa (W)	58
Potência aparente (VA)	62
Potência reativa (Var)	25
Luminância (lm)	700
Fator de potência	0,92
TDH %	9,6

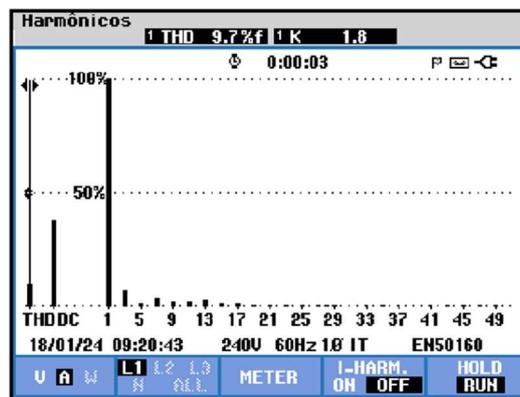


Figura 18. Medições lâmpada bulbo 65 W – Elgin.

### 3.2.1 Comentários

Observa-se que à medida que a potência da lâmpada vai subindo, os valores de Fator de Potência e de Distorção Harmônica vão melhorando. Provavelmente isso tem a ver com a qualidade da eletrônica da lâmpada, onde em dispositivos maiores, essa fonte é de melhor qualidade. LEDs possui circuitos que chaveiam a corrente e geram correntes de modo geral e modo comum. O ruído do modo comum e do modo diferencial se propagam e acabam por se espalhar por outros sistemas (Zeghoudi, 2022).

### 3.3 Medições dos painéis 12 watts

Uma vez que efetuamos a medida das lâmpadas LED tipo bulbo, repetimos a medição para outro tipo de luminária: os painéis de teto de 12 Watts quadrados de sobrepôr.

Na Tabela 18, pode-se observar as medidas das grandezas medidas nos painéis de LED, quadrados de 12 Watts. O comportamento observado nas lâmpadas bulbo também se fazem presente. As correntes são maiores que o declarado em todos os modelos. Com relação à potência declarada, no caso dos painéis, os valores medidos são próximos dos declarados. Na questão do Fator de Potência, o resultado de todos os painéis continua insatisfatórios, estando todos com fator de potência em torno de 0,4. No caso da distorção harmônica, os valores estão piores que os bulbos. Em fato a distorção harmônica gira perto de duas vezes o valor da fundamental.

Um ponto interessante, se deu na luminária da Elgin, que no comparativo, apresenta um valor de fluxo luminoso bem maior que os demais fornecedores.

Tabela 18. Tabulação dos resultados de medições dos painéis de LED.

Marca	Ultraluz	Lumi	Tashibra	Kian	Avanti 12 W	Economax	Blumenau	Elgin
Tensão (volts)	214	214	214	214	214	214	214	214
Corrente (A)	0,18	0,14	0,13	0,12	0,14	0,12	0,13	0,14
Potência ativa (W)	12	12	12	12	13	12	12	12
Potência aparente (VA)	39	31	27	26	30	25	28	30
Potência reativa (Var)	37	28	24	23	27	22	25	27
Luminância (lm)	313	276	325	335	326	252	328	496
Fator de potência	0,30	0,40	0,44	0,46	0,46	0,48	0,43	0,42
TDH %	169,9	214,8	199	177	161	169	199	172

### 3.4 Família Avant

Foi incluído na medição, mais tres painéis de LED. Esses valores estão tabulados na Tabela 19.

Tabela 19. Medições de painéis Avant.

Marca	Avant 6 W	Avant 12 W	Avant 18 W	Avant 24 W
Tensão (volts)	214	214	214	214
Corrente (A)	0,16	0,14	0,21	0,26
Potência ativa (W)	6	13	18	25
Potência aparente (VA)	34	30	44	57
Potência reativa (Var)	33	27	40	51
Luminância (lm)	170	326	537	846
Fator de potência	0,17	0,46	0,42	0,44
TDH %	204	161	170	170

#### 3.4.1 Comentários

Diferentemente dos bulbos, não foi percebido melhorias significativas no fator de potência e tão pouco do TDH. As potências declaradas estão próximo da medida.

## 4 Considerações finais

Não há dúvidas que as lâmpadas de LED trouxeram grandes benefícios:

- Não possuem elementos tóxicos (mercúrio);
- Baixa dissipação de calor;
- Grande durabilidade;
- Ótima reprodução de cor;
- Custo mais baixo.

Neste último item, o custo acaba por introduzir uma baixa qualidade nos circuitos eletrônicos, devido ao fabricante não desejar perder sua competitividade. Outros fabricantes, porém, buscam atender as normas e fazem esforços para que isso ocorra (Putz, 2019), porém essas lâmpadas acabam ficando mais caras. Essa questão surgiu neste trabalho.

Em fato nosso objetivo era fazer uma avaliação dos produtos mais comuns encontrados no mercado, e assim foi feito. Todas as lâmpadas foram adquiridas em lojas não especializadas ou supermercados.

Nossa conclusão é que hoje apesar de as lâmpadas serem de baixo custo e baixo consumo, há um ponto que deve ser trabalhado, no que concerne à geração de harmônicos, mais notadamente nas Lâmpadas de baixa potência. Como é uma tecnologia relativamente recente, principalmente se considerarmos sua massificação, provavelmente essa situação irá se corrigir com o tempo, seja devido a se entender que produtos mais baratos podem ter uma qualidade inferior, ou mesmo uma duração inferior. Ou um público mais exigente, forçar os fabricantes a melhorarem a qualidade dos produtos.

Os valores de distorção harmônica, e a Potência Aparente tão superior à Potência Ativa, em algum momento irão acarretar problemas. Como trabalhos futuros, sugiro uma pesquisa mais ampla ainda incluindo algumas lâmpadas premium para melhorar a comparação.

## Referências bibliográficas

Ayan, O, Turkay, BE (2022) ‘A comparative study on harmonic analysis and thermal performance of different types of lamps for residential building’, *Energy Reports*, v. 8, n. 10, pp. 932-945. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.05.271>

Jettanasen, C, Pothisarn, C (2014) ‘Analytical study of harmonics issued from LED lamp driver’, *Proceedings of the International Multiconference of Engineers and computer scientists*, v. 2, pp. 1-4.

Putz, L, Nawrowski, R (2019) ‘Research and analysis of selected LED lamps with E27 base in the field of harmonic distortion’, *ITM Web of Conferences*, v. 28. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20192801010>

Ministério de Minas e Energia (2021). Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. [online] Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/procel> (acessado em 20 de janeiro 2024).

Portaria n.º 477, de 24 de setembro de 2013, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – INMETRO. [online] Disponível em: <http://inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002030.pdf>