LÂMPADAS DE LED: IMPACTO NO CONSUMO E FATOR DE POTÊNCIA

ALEXANDRE ABIB VALENTIM[1], HÉLDER SALDANHA FERREIRA[1], MATHEUS ANDRE COLETTO[1]

[1]Curso de Graduação – Faculdade de Engenharia Elétrica/UNICAMP

alex.abib@gmail.com, hsf.ferreira@gmail.com, macoletto@gmail.com

RESUMO: Este trabalho avalia a viabilidade da substituição de lâmpadas incandescentes e fluorescentes (CFL) por lâmpadas LED. Para isso tomamos medidas de três parâmetros fundamentais: Consumo, Fator de Potencia e Iluminância. Em uma sala considerada como padrão de casa brasileira obtivemos resultados positivos para consumo e um melhor fator de potencia comparado à lâmpada CFL, contudo esperávamos um melhor resultado para a iluminância.

LED LAMPS: IMPACT ON CONSUMPTION AND POWER FACTOR

ABSTRACT: This study evaluates the feasibility of replacing incandescent and fluorescent lamps (CFL) for LED lamps. For that, we measured to three basic parameters: Consumption, Power Factor and Illuminance. In a room as a Brazilian house standard we got positive results for consumption and better power factor compared to the CFL lamps, but we expected a better result for illuminance.

INTRODUÇÃO

Fontes de energia estão cada vez mais raras e o consumo está cada vez maior, levando nossas atuais fontes de energia à sua carga quase máxima. Para minimizar o impacto ambiental e social causado pela construção de novas usinas hidrelétricas e termelétricas, uma alternativa seria um melhor aproveitamento da capacidade já instalada.

Uma maneira para se atingir esse objetivo é melhorar a eficiência de alguns produtos amplamente utilizados no dia-a-dia, como por exemplo, as lâmpadas.

A tecnologia mais econômica atual é a de lâmpadas fluorescentes, mas ela tem grandes falhas, como um baixo fator de potência. Essa característica faz com que a lâmpada consuma pouca energia, mas seja necessária a geração de grande quantidade de energia que fica circulando pela rede (potência reativa), sobrecarregando os sistemas de transmissão e distribuição.

Pretendemos descobrir se a tecnologia LED consegue substituir as fluorescentes sem impacto no modo de vida da população, diminuir esse desperdício a um custo acessível e discutir se a tecnologia LED já está avançada o suficiente para substituir totalmente a fluorescente.

O LED é um diodo semicondutor que quando energizado emite luz visível que não é monocromática (como em um laser), mas consiste de uma banda espectral relativamente estreita e é produzida pelas interações energéticas do elétron. O processo de emissão de luz pela aplicação de uma fonte elétrica de energia é chamado eletroluminescência. A luz emitida por um LED não é monocromática, porém apresenta picos em determinadas cores do espectro que dependem dos materiais de

fabricação e dopagem. Essa característica mostra que os LED não possuem um *Índice de Reprodução de Cores* (IRC) muito elevado o que pode prejudicar sua aplicação em alguns tipos específicos de ambientes, desejamos que a cor emitida fosse branca ou levemente amarelada para obter um conforto visual aceitável. O *Índice de Reprodução de Cores* (IRC) indica o quanto do espectro de emissão de um corpo negro, no caso o Sol é reproduzido pela lâmpada. Um corpo negro emite radiação continua em todo o espectro eletromagnético com o pico de emissão dependente da temperatura do corpo. Lâmpadas incandescentes são compostas de filamento de tungstênio aquecido em um bulbo com gás inerte, e se comporta como um corpo negro ideal e, portanto, tem IRC unitário. Já Lâmpadas fluorescentes possuem apenas emissão em algumas bandas do espectro, possuindo um IRC menor, o mesmo ocorre com lâmpadas LED. O IRC é importante em ambientes que se deseja uma reprodução fiel de cores, como por exemplo lojas, ou salas de cirurgia. Em uma residência não é um fator muito importante, contudo tem impacto no conforto visual após algumas horas no ambiente.

Outra característica importante dos LEDs em termos ambientais, e que estes estão livres de mercúrio (metal pesado). O mercúrio é utilizado em grande escala na produção de lâmpadas fluorescentes compactas, as quais não possuem uma política de reciclagem ou de recolhimento, dado que o mercúrio é um grande agente poluidor e pode ser reciclado, sendo assim os LEDs provavelmente serão o futuro da iluminação residencial sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliarmos se a lâmpada com LEDs de alta potência pode realmente substituir as fluorescentes, são necessárias comparações em vários aspectos de qualidade de iluminação e consumo de energia elétrica. Os parâmetros escolhidos para comparação foram: Consumo de Potência, Fator de Potência e Espalhamento de Luz.

Para compararmos esses parâmetros, foi encomendada de Hong Kong uma lâmpada feita com LEDs de alta potência com capacidade de iluminação equivalente às lâmpadas fluorescentes e incandescentes mais comuns no mercado brasileiro. Imagens da lâmpada utilizada podem ser vistas na figura 1.

Podemos ver nas fotos da Lâmpada algumas diferenças em relação às lâmpadas de outras tecnologias: há uma armação de alumínio entre o soquete e o dispersor de luz da mesma, isso ocorre porque a dissipação de potência dos LEDs ocorre em uma área muito pequena da eletrônica existente dentro da lâmpada, o que faz necessário o uso de dissipadores metálicos. Esse é um ponto negativo dessas lâmpadas, pois se a ventilação em volta do dissipador não for adequada, é provável que a lâmpada queime ou opere fora da especificação e reduzindo sua vida útil. A quantidade de luz emitida depende da temperatura dos LEDs, o que torna praticamente impossível a instalação em luminárias fechadas

Figura 1 *- Lâmpada LED utilizada no Experimento*

Consumo de Potência: Medida mais comum utilizada na comparação de lâmpadas, geralmente usada como sinônimo de capacidade de iluminação, o que é um erro. Essa relação Consumo vs. Iluminação só é válida para lâmpadas de mesma tecnologia, pretendemos verificar que uma Lâmpada LED tem um consumo de potência bem menor que outras tecnologias para mesma capacidade de iluminação. Quanto maior for a Luminância específica (*lm/W*), maior será a eficiência da lâmpada.

Essa medida foi feita no Laboratório de Eletrônica de Potência da FEEC, utilizando um Wattímetro (associação de um Voltímetro e um Amperímetro).

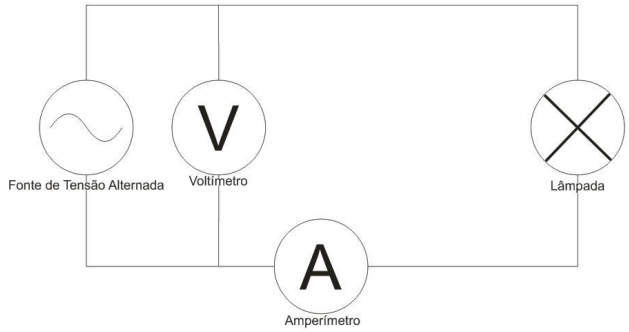

Figura 2 *- Esquemático do Circuito de medição de Consumo*

Fator de Potência: É uma variável elétrica que mede o quanto um componente ou circuito se difere do comportamento de um resistor. Quando isso ocorre o circuito consome potência reativa, que não realiza uma ação e não é cobrada do usuário, mas sobrecarrega as linhas de transmissão e geradores limitando a quantidade de potência ativa que pode ser transmitida pela rede. Quanto menor o fator de potência maior é a quantidade de potência reativa que o equipamento consome. No Brasil, para residências não existe um limite para o fator de potência, mas para empresas o menor fator de potência permitido é 0,92.

Essa medida é feita utilizando um Osciloscópio que analisa componentes em freqüência por transformada rápida de Fourier (FFT). A partir da transformada de Fourier podemos calcular o fator de potência a partir da Taxa de Distorção Harmônica (TDH).

Define-se a Taxa de Distorção Harmônica como sendo a relação entre o valor RMS das componentes harmônicas da corrente e a fundamental:

$$TDH = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$$

Assim o fator de Potência pode ser calculado como:

$$FP = \frac{\cos \phi_1}{\sqrt{1 + TDH^2}}$$

Espalhamento de Luz: Dependendo a aplicação, é necessário que uma lâmpada espalhe sua iluminação, como num lustre, ou tenha uma iluminação focada, como num abajur. Avaliaremos, a partir das características de construção de cada lâmpada, sua capacidade de iluminar uma área grande, ou focar sua potência

em uma área pequena. Como nesse trabalho queremos substituir lâmpadas comuns, desejamos que o espalhamento seja bem próximo ao espalhamento radial de uma lâmpada incandescente.

Para fazer essa comparação, utilizamos uma sala comum com fonte de luz central no teto e analisamos o ângulo de espalhamento da luz nas paredes da mesma. Devido à falta de tempo hábil após o recebimento da lâmpada LED, medidas mais completas com um luxímetro não puderam ser feitas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A lâmpada LED não precisa de nenhum cuidado específico na hora do manuseio, é necessário apenas adotar as medidas de proteção e prevenção padrão antes de trocar a lâmpada.

Os resultados obtidos são bem interessantes e mostrados na tabela 1.

Tabela 1 *- Valores medidos de Fator de Potência e Consumo, com valores médios destacados na última linha.*

Tensão Aplicada (V)	Corrente (mA)	Consumo de Potência (W)	Fator de Potência
126,5	30,817	2,99	0,767
127,1	30,756	3,01	0,770
127,0	30,919	3,00	0,764
127,3	30,167	3,03	0,789
127,0	30,559	3,00	0,773
126,9	31,145	2,98	0,754
127,2	30,933	3,01	0,765
127,0	30,718	3,00	0,769
127,0	30,758	3,00	0,768
127,0	30,752	3,00	0,769

De acordo com estes interessantes resultados, o consumo da lâmpada LED se mostrou 12 vezes menor que o de uma lâmpada incandescente de mesma luminosidade (60W) , e 5 vezes menor que de uma fluorescente (15W).

O fator de potência deixou a desejar, pois esperávamos que fosse acima de 0,9, mas ficou em torno de 0,77 em todas as medidas, o que ainda é bem acima do medido em lâmpadas fluorescentes comuns: em torno de 0,45. O fator de potência das lâmpadas de LED depende muito da fonte chaveada usada para fornecer corrente, LEDs não funcionam ligados direto da rede de corrente alternada (AC) fornecida aos consumidores, ao invés disso, é necessária um circuito embutido na lâmpada que adéqua a tensão para a alimentação dos mesmos, que funcionam em corrente contínua. Provavelmente tal circuito é o responsável por essa diferença no fator de potência esperado.

Lâmpadas incandescentes nesse quesito são as melhores com fator de potência unitário, porém seu consumo elevado não permite que essa vantagem se reflita em um menor estresse da rede elétrica.

O espalhamento de luz foi menor na lâmpada LED, com um ângulo ligeiramente menor que as demais, o que limita o modo que ela pode ser instalada, pois existem perdas perceptíveis na iluminância das laterais perto do dissipador, sugerindo que uma melhor montagem seria colocando a lâmpada em uma posição vertical em relação a área a ser iluminada. Por curiosidade testamos a temperatura da lâmpada em uma luminária fechada, e ficou comprovada a necessidade de ventilação. A temperatura subiu rápido, porém em situações normais ela se manteve em uma condição de operação com

temperaturas até menores que uma incandescente equivalente.

CONCLUSÃO

A vida útil de um LED atualmente é de 100.000 horas, uma lâmpada fluorescente comum possui um tempo de vida típico de 40.000. Com um consumo menor e um fator de potência maior que as lâmpadas fluorescentes compactas comuns no mercado, as lâmpada LED deverão ser a forma de iluminação predominante em um futuro próximo. O alto custo inicial acaba sendo compensado rapidamente devido ao baixo consumo e ao maior tempo necessário para que seja necessária substituição. Quando existir uma produção mais significativa e com eventuais avanços tecnológicos e em processos de produção o custo desse tipo de lâmpada irá reduzir consideravelmente o que facilitará a popularização.

Apesar de todas as vantagens, a lâmpada testada apresentou alguns problemas, o principal deles espalhamento de luz e luminosidade, não sendo recomendada para ambientes muito amplos. Outro problema apresentado foi a necessidade de instalação em uma luminária ventilada, lembrando que muitas luminárias antigas tem pouca ou nenhuma ventilação, fato que geraria um custo adicional com luminárias para a instalação inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

· J. A. Pomilio: Energia Elétrica – Uso e Abuso. Disponível em: http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/energiaeletrica.pdf Acesso em: 15 de junho de 2010

· J. A. Pomilio: Qualidade de Energia e Eletrônica de Potência. Disponível em: http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/electroradio.pdf Acesso em: 15 de junho de 2010

· M. H. Rashid: Power Electronics, Circuits, Devices and Applications. 2nd. Edition, Prentice-Hall, 1993

· Mohan, Undeland and Robbins: Power Electronics: Converters, Applications and Design. 2nd. Edition, John Wiley, 1994.