



Associação Propagadora Esdeva
Centro Universitário UniAcademia
Curso de Engenharia Elétrica
Trabalho de Iniciação Científica – Artigo

FONTES DE LUZ BRANCA

Laura Grossi¹, Fernando J. Nogueira², Camila A. Abritta³.

Linha de pesquisa: Eficiência Energética

RESUMO

Diversas técnicas são utilizadas no intuito de se reduzir o consumo de energia, por exemplo, a substituição das lâmpadas ineficientes (lâmpadas incandescentes) por lâmpadas eficientes. A grande demanda por eletricidade vem incentivando diversos estudos tanto para a ampliação da capacidade de geração de usinas quanto para o uso racional dessa relevante forma de energia. Desperdício de energia e eficiência energética são assuntos muito importantes no cenário mundial. É sabido que os sistemas de iluminação são muito importantes para as atividades humanas: o homem é totalmente dependente da iluminação artificial. Com a evolução tecnológica na área de iluminação a eficiência energética, por exemplo pode ser alcançada substituindo componentes atuais por fontes de luz modernas e mais eficientes. Diante do exposto, este trabalho propõe uma revisão bibliográfica ampla sobre fontes de luz branca contemplando os conceitos luminotécnicos mais relevantes, como qualidade de energia, eficiência energética, conforto visual, entre outros com o intuito de produzir um material para pesquisas científicas na área. Tal estudo ampara-se em ensaios de laboratório e em campo tomando como base a lâmpada de vapor de sódio em alta pressão, a mais utilizada atualmente no segmento de iluminação de exteriores.

Palavras-chave: Eficiência energética, Eletricidade, Iluminação, LEDs.

[1] Graduando em Engenharia Elétrica, voluntário, e-mail: grossi.laura.04@gmail.com

[2] Professor, orientador, e-mail: fernandonogueira@uniacademia.edu.br

[3] Professora, coorientadora, e-mail: camilaalmeida@uniacademia.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O combate ao desperdício de energia e a eficiência energética são assuntos cada vez mais recorrentes no cenário mundial. A busca por processos e tecnologias mais eficientes em termos de utilização da energia tem sido motivada por questões de natureza econômica e ambiental, visando o desenvolvimento sustentável.

De acordo com Souza Eloi *et al.* (2019), eficiência energética é determinada como a obtenção de um mesmo serviço energético, utilizando menos energia durante algum processo. Nessa situação, é possível proporcionar o uso racional e eficiente da energia em todas as fases do processo, a contar da obtenção em forma primária até o consumo final.

A eficiência energética apresenta-se como um instrumento de importante impacto e baixo custo para redução dos gastos com energia, podendo atingir aproximadamente 20% de economia quando confrontado à aquisição de novas fontes de geração. Dessa maneira, um sistema de gestão energética implementa, continuamente, maneiras técnico-organizacionais que buscam oportunidades de conservação e utilização eficiente nas instalações, tendo como propósito a redução dos custos (COSTA; ANDRADE JÚNIOR, 2021).

Historicamente, observa-se uma evolução no desenvolvimento e utilização de fontes de iluminação artificiais mais eficientes. É evidente para aplicações em iluminação pública uma preocupação com soluções tecnológicas que, além de proporcionar uma iluminação de qualidade, sejam eficientes na conversão de energia elétrica em luz e tenham vida útil satisfatória a fim de se reduzir gastos com manutenção.

O uso dos diodos emissores de luz ou LEDs (do inglês, *lighting emitting diodes*) na iluminação tem representado um grande avanço tecnológico nos últimos anos. Os LEDs, que inicialmente eram usados apenas para sinalização, tiveram um rápido desenvolvimento com os LEDs de potência de luz branca, possibilitando sua utilização para iluminar ambientes internos e externos.

No tópico 2 serão apresentadas as fontes de luz branca e suas características mais importantes. No tópico 3 traz uma comparação entre determinados tipos de fonte de luz branca com a lâmpada de vapor de sódio em alta pressão, que possui uma luz amarelada e atualmente é a fonte luminosa mais utilizada em iluminação de exteriores. São comparadas características elétricas e fotométricas através de

diversos resultados e experimentais obtidos em laboratório e em campo. Finalmente, no tópico 4 traz os resultados e discussão e, por fim, no tópico 5, as conclusões finais, que representa uma análise do trabalho como um todo.

2. REFERENCIAL TEORICO

2.1. LEDs

Os LEDs ou diodos emissores de luz são componentes eletrônicos semicondutores que emitem luz por meio da eletroluminescência, que transforma energia elétrica em luz. São materiais semicondutores que são constituídos por dois materiais diferentes que, juntamente, formam uma junção PN, permitindo o fluxo de corrente em apenas uma direção. Se essa junção PN for polarizada diretamente, as lacunas da camada P e os elétrons da camada N são movidos em direção à região de depleção, que é a área de transição entres os materiais P e N. Próximo a essa região, a recombinação de elétrons e lacunas gera energia que é liberada sob a forma de fótons de luz. (PEREIRA, 2021).

Os LEDs, são materiais semicondutores que são constituídos por dois materiais diferentes que, juntamente, formam uma junção PN, permitindo o fluxo de corrente em apenas uma direção. Se essa junção PN for polarizada diretamente, as lacunas da camada P e os elétrons da camada N são movidos em direção à região de depleção, que é a área de transição entres os materiais P e N. Próximo a essa região, a recombinação de elétrons e lacunas gera energia que é liberada sob a forma de fótons de luz.

Em resumo, pode-se reunir alguns aspectos que tornam os LEDs atrativos para aplicações em iluminação:

- Elevada resistência mecânica;
- Operação com baixos níveis de tensão e corrente;
- Elevada eficácia luminosa, em torno de 100-150 lm/W;
- Eleveda vida útil;
- Fluxo luminoso direcional;
- Alto índice de reprodução de cores, entre 70% a 90%;
- Possui dimensões reduzidas, permitindo um design mais flexível das

luminárias;

- Os LEDs permitem o retrofit (processo de modernização de um equipamento) das luminárias, já que existem lâmpadas de LED com o mesmo formato e bocal das lâmpadas convencionais.

Em contrapartida pode-se descrever como desvantagens dos LEDs elevado custo, visto que a tecnologia ainda é bastante recente, necessidade de um sistema de dissipação bem planejado, necessidade de um circuito eletrônico de acionamento para manter a corrente nos LEDs constante necessita de uma adequada dissipação de calor no sistema, pois os LEDs emitem calor, sem irradiá-los (SIMPLÍCIO, 2021).

Na Figura 1 têm-se uma representação de lâmpada LED.

Figura 1: Lâmpada LED

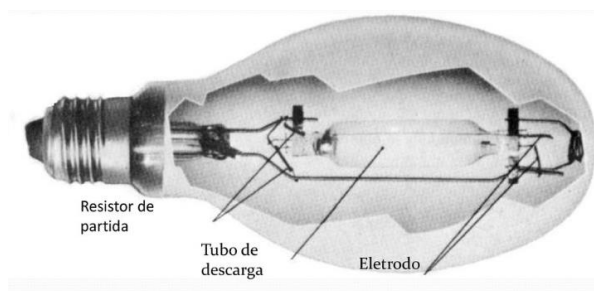


Fonte: ALMEIDA, 2014

2.2. LÂMPADA DE VAPOR DE MERCÚRIO EM ALTA PRESSÃO

A lâmpada de vapor de mercúrio em alta pressão, apresentada na Figura 2, é constituída por dois tubos, interno e externo. Sendo que o tubo interno é feito de quartzo, possuindo gás argônio e mercúrio. Já o externo é de vidro com a função de proteger e manter a temperatura do tubo interno (PEREIRA, 2021).

Figura 2 – Lâmpada de vapor de mercúrio em alta pressão



Fonte: SLIDEPLAYER, 2022

Algumas características dessas lâmpadas são mostradas a seguir:

- Eficácia luminosa: 36 a 60 lm/W;
- Vida útil: 9.000 a 20.000 horas;
- IRC: 16% a 52%;
- TCC: 3.600K a 6.000 K.

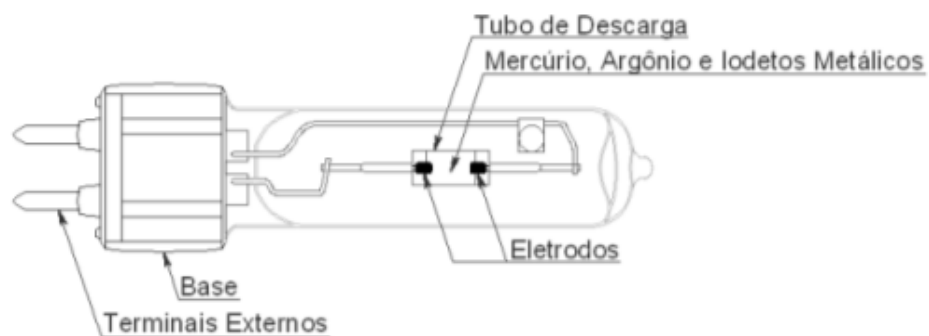
O problema principal das lâmpadas de vapor de mercúrio é que seu fluxo luminoso possui uma alta queda com o tempo de utilização, chegando a uma desafeição de cerca de 20% com 2.000 horas de operação.

2.3. LÂMPADA DE MULTIVAPORES METÁLICOS

As lâmpadas de multivapores metálicos são altamente eficientes e são disponíveis em uma grande variedade de temperaturas de cores. Por outro lado, as lâmpadas de mercúrio são muito limitadas em cor e na qualidade de luz produzida. Esse tipo de luz pode ser fabricado para produzir quase todos os tipos de cores desejadas (2.700K – 20.000K) e também oferece um ótimo índice de reprodução de cores (IRC) de 65 a 85 (MASCIA, 2011).

A Figura 3 é uma representação de uma lâmpada de multivapores metálicos.

Figura 3 – Representação de uma lâmpada de multivapores metálicos



Fonte: GUEDES,2010.

Essas, são lâmpadas similares às de vapor de mercúrio, nas quais se incluem, além do argônio e mercúrio, os iodetos metálicos, de forma que o arco elétrico se realize numa atmosfera mista de vários gases e vapores. Desta forma, consegue-se melhor eficácia luminosa, entre 70 lm/W e 110 lm/W, e também melhor composição espectral da luz emitida, que é extremamente branca

2.4. LÂMPADA FLUORESCENTE

As Lâmpadas fluorescentes, possui uma alta eficiência por possuir a capacidade de emitir mais energia eletromagnética em forma de luz do que calor. Elas possuem um par de eletrodos em cada extremo e um tubo de vidro que é coberto de gases, como o argônio ou outro gás inerte, e vapor de mercúrio, no qual estabelece um arco elétrico. Quando excitado com radiação ultravioleta gerada pela ionização dos gases, produz luz visível. Estão disponíveis em temperaturas de cor que variam de 2.700K a 10.000K e sua eficácia luminosa varia de 60 lm/W a 90 lm/W (ALMEIDA, 2014). Na Figura 4 tem-se a representação de lâmpadas fluorescentes tubulares.

Figura 4 – Representação de uma lâmpada fluorescente compacta



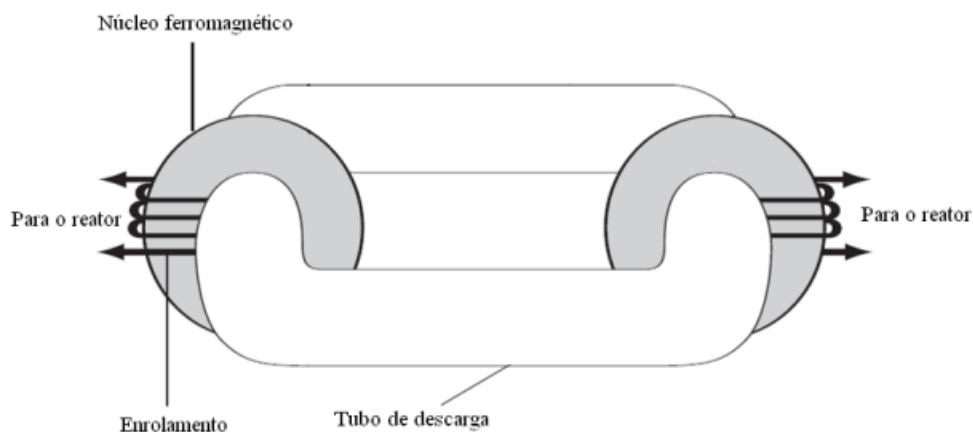
Fonte: ALMEIDA, 2014

Essas lâmpadas são representadas em diferentes temperaturas de cor, variando desde luz quente (amarelada) até a luz fria (branca).

2.5. LÂMPADA DE INDUÇÃO

A lâmpada de indução é uma lâmpada fluorescente, em que o tubo de descarga não possui eletrodos. A energia que é necessária para a descarga é fornecida para a lâmpada através da indução eletromagnética. A Figura 5 mostra a estrutura dessa lâmpada.

Figura 5 – Representação da estrutura de uma lâmpada de indução



Fonte: NOGUEIRA, 2013.

As lâmpadas de indução possuem características técnicas interessantes, entre elas elevada eficácia luminosa (aproximadamente 110 lm/W), alto índice de reprodução de cores (chegando a 90%) e uma longa vida útil (em torno de 100.000 horas). A ausência dos eletrodos, além de favorecer a vida útil da lâmpada de indução, também permite que esta trabalhe com maiores correntes e, conseqüentemente, maiores potências. Além disso, essas lâmpadas existem em diferentes temperaturas de cor, variando de 2700K a 6500K (ROBERTO; Schultz, 2017).

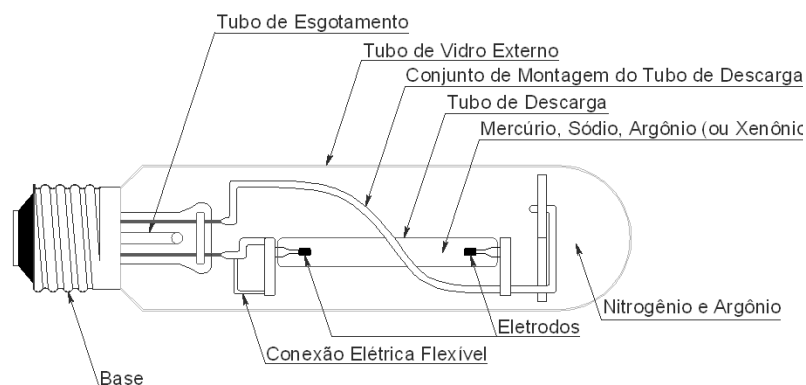
A principal desvantagem da lâmpada de indução é o alto custo do reator eletrônico, que é o responsável por seu acionamento. Além disso, sua forma e sua dimensão, dificulta o desempenho fotométrico da luminária, por ser uma forma geralmente compacta.

3. METODOLOGIA

3.1. COMPARAÇÃO ENTRE FONTES DE LUZ BRANCA COM A LÂMPADA DE VAPOR DE SÓDIO

A lâmpada de vapor de sódio é atualmente a fonte luminosa mais aplicada em iluminação pública no Brasil, tendo cerca de 9,3 milhões de pontos de iluminação (ELETROBRAS, 2010). Isso ocorre devido suas características de alta eficácia luminosa e longa vida útil, essenciais para os sistemas de iluminação pública. A Figura 6 mostra o esquema de uma lâmpada de vapor de sódio em alta pressão tubular com suas partes principais.

Figura 6: Estrutura mecânica de uma lâmpada HPS tubular



Fonte: GUEDES, 2010.

A seguir, são apresentadas algumas características destas lâmpadas que variam de acordo com os modelos e com a potência:

- Eficácia luminosa: 70 a 150 lm/W;
- Vida útil: 16.000 a 32.000 horas;
- Índice de reprodução de cores: 20% a 60%.
- Temperatura de cor correlata 1.900 K a 2.200 K.

A TABELA 1 mostra as principais características de cada uma das fontes de luz comparadas segundo seus fabricantes.

Tabela 1: Características das fontes luminosas comparadas.

	Luminária LED	Lâmpada de Vapor de Mercúrio	Lâmpada de Multivapores Metálicos	Lâmpada Fluorescente Compacta	Lâmpada de Vapor de Sódio
Tensão de Alimentação (V)	220	220	220	127	220
Potência Nominal (W)	54	80	70	58	70
Fator de Potência	≥0,95	≥0,92	≥0,92	0,55	≥0,92
Fluxo Luminoso (lm)	6.000	3.700	5.050	3.411	5.600
TCC (K)	4.100	4.300	4.000	6.400	2.000
IRC (%)	Não Informado	48	65	85	25
Eficácia Luminosa (lm/W*)	>70	46	68	58	80
Vida Útil**	50.000	16.000	9.000	6.000	28.000

Fonte: Autor (2022).

3.2. COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

Os resultados de características elétricas foram obtidos através do osciloscópio TEKTRONIX – DPO 3014. A alimentação das fontes luminosas foi feita pela fonte senoidal de baixa distorção harmônica (menor que 0,5%) TENMA 7276-25.

A Tabela 2 resume todos os resultados de características elétricas obtidos em laboratório para as fontes luminosas testadas.

Tabela 2: Resumo das características elétricas de funcionamento das lâmpadas comparadas.

	Luminária LED	Lâmpada de Vapor de Mercúrio de Alta Pressão	Lâmpada de Multivapores Metálicos	Lâmpada Fluorescente Compacta	Lâmpada de Vapor de Sódio em Alta Pressão
Tensão de Entrada (V)	220	220	220	127	220
Corrente de Entrada (A)	0,292	0,447	0,427	0,808	0,400
THD _v (%)	14,0	19,0	20,3	127,1	23,9
Potência de Entrada (W)*	58,5	87,5	83,1	58,1	83,6
Fator de Potência	0,91	0,89	0,96	0,56	0,95

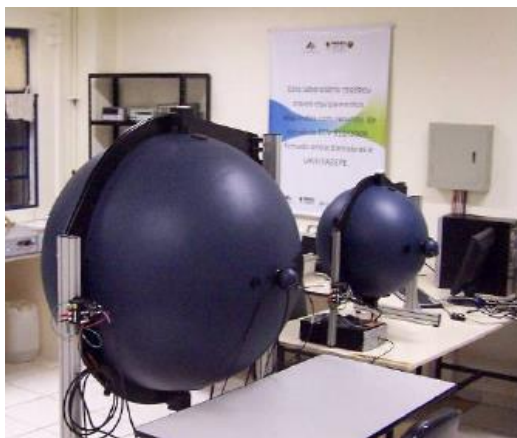
Fonte: Autor (2022).

3.3. COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FOTOMÉTRICAS

Diversas comparações baseadas em resultados experimentais de medições de características fotométricas foram realizadas. O Núcleo de Iluminação Moderna, NIMO, da Universidade Federal de Juiz de Fora, tem uma estrutura adequada para realizar estas medições, possuindo, além de duas esferas integradoras de Ulbrich, luxímetros de precisão e outros equipamentos sofisticados, incluindo uma estrutura para medições externas, que reproduz um ponto de iluminação localizado a até 6 metros de altura, para iluminar uma área de mais de 100m².

A esfera integradora de Ulbrich é um equipamento capaz de medir diversas grandezas fotométricas de uma fonte luminosa. Além de ser um dos poucos equipamentos capazes de medir fluxo luminoso (tanto fotópico, quanto escotópico), também pode medir a temperatura de cor correlata (TCC), índice de reprodução de cores (IRC), fornecer diagramas de cromaticidade e a curva de distribuição espectral da radiação emitida pelas fontes luminosas colocadas em seu interior. A Figura 7 mostra duas esferas integradoras da marca LABSPHERE presentes no NIMO/UFJF.

Figura 7: Esferas integradoras de Ulbrich.



Fonte: Autor (2022).

A Tabela 3 reúne outras características fotométricas das fontes luminosas, obtidas com auxílio da esfera integradora. Deve ser salientado que não foi possível inserir a luminária LED no interior da esfera integradora devido às suas dimensões. Com isso, optou-se por adotar um LED de potência com as mesmas características que os utilizados na luminária LED analisada.

Tabela 3: Características fotométricas das fontes luminosas obtidas na esfera integradora.

	LED-HP 1.1 W	Lâmpada HPMV 80W	Lâmpada MH 70W	Lâmpada FC 58W	Lâmpada HPS 70W
Fluxo luminoso (lm)	85,8	3.590	4.964	3.480	5.476
Eficácia luminosa (lm/W)*	70,2	41,0	59,7	59,9	65,5
TCC (K)	4.023	3.917	4037	6.298	1.900
IRC (%)	84,8	49,3	62,0	83,5	20,1

Fonte: Autor (2022).

Com auxílio da estrutura de fixação de luminárias mostrada na Figura 8, foi possível medir a iluminância média e a uniformidade de cada fonte luminosa analisada em uma área externa de 12m x 8m.

As medições de iluminância foram feitas com o luxímetro de precisão OPTRONIK 9500, em um local que não sofre interferência de outros tipos de fontes luminosas. A altura de montagem das luminárias foi fixada em seis metros, com zero grau de inclinação. O braço possui avanço de 3 metros.

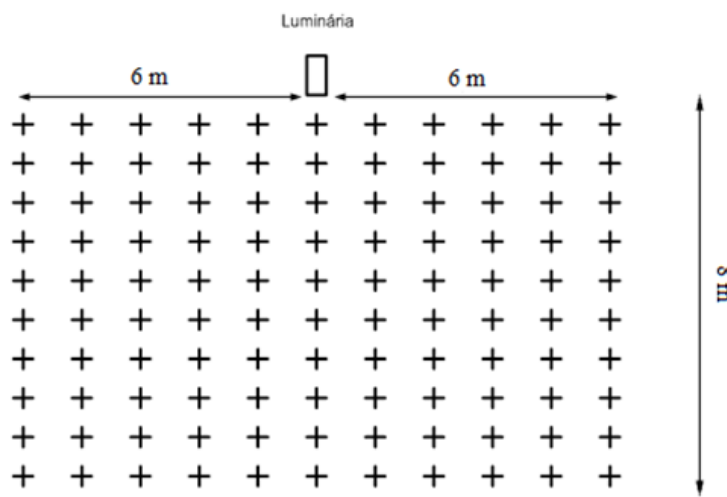
Figura 8: Estrutura de fixação de luminárias.



Fonte: Autor (2022).

A Figura 9 mostra a localização dos pontos de medição de iluminância distribuídos na área de 96 m² em estudo. Esta área é dividida em 11 linhas transversais, igualmente espaçadas, compostas por 10 pontos, também igualmente espaçados entre si, totalizando 110 pontos de medição de iluminância para cada tipo de fonte luminosa.

Figura 9: Distribuição dos pontos de medição de iluminância.



Fonte: Autor (2022).

Os resultados das medições de iluminância média (E_{med}), iluminância máxima (E_{max}), iluminância mínima (E_{min}) e uniformidade (U_o) de cada uma das fontes luminosas testadas são mostrados na Tabela 4. A iluminância média foi calculada através da média aritmética das iluminâncias medidas em todos os pontos, enquanto a uniformidade é a relação entre a iluminância mínima e a iluminância média.

Tabela 4: Resultados das medições de iluminância e uniformidade das fontes luminosas analisadas.

Luminária	E_{med}	E_{max}	E_{min}	Uniformidade	E_{med}/P_{in}
LED 54W	20,29 lux	30,36 lux	11,16 lux	0,55	0,35 lux/W
HPMV 80W	9,95 lux	14,82 lux	3,88 lux	0,39	0,11 lux/W
MH 70 W	16,39 lux	23,63 lux	8,40 lux	0,51	0,20 lux/W
FC 58W	9,75 lux	18,09 lux	3,61 lux	0,37	0,17 lux/W
HPS 70W	17,58 lux	27,30 lux	8,01 lux	0,47	0,21 lux/W

Fonte: Autor (2022).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISE DE RESULTADOS

Dos resultados obtidos na comparação elétrica (Tabela 2) é possível observar que três das cinco fontes luminosas ensaiadas obtiveram um fator de potência menor do que o recomendado. Tanto a luminária LED quanto o conjunto reator eletromagnético mais lâmpada de vapor de mercúrio sequer obtiveram os valores definidos por seus fabricantes. Vale a pena ser ressaltado, que ambas as fontes luminosas e o reator da lâmpada HPMV foram recém-adquiridos, não tendo mais do que 50 h de uso.

Sobre as características fotométricas, os resultados da Tabela 3 mostram que entre as amostras testadas neste trabalho o LED teve a maior eficácia luminosa. A lâmpada de vapor de sódio em alta pressão teve a segunda maior eficácia luminosa, seguida das lâmpadas fluorescente, multivapores metálicos e vapor de mercúrio em alta pressão. O motivo de a lâmpada fluorescente ter obtido a terceira maior eficácia luminosa, é que houve consideráveis perdas no reator da lâmpada de multivapores metálicos. Outra informação relevante desta análise é o índice de reprodução de

cores, onde pode ser visto que a lâmpada de vapor de sódio em alta pressão obteve o pior resultado, enquanto o LED obteve o melhor resultado com um índice de reprodução de cores de 85%.

Outro dado importante que consta na Tabela 4 é a razão de iluminância média pela potência de entrada (E_{med}/P_{in}). Apesar de não levar em conta a questão da uniformidade da iluminação, esta razão (E_{med}/P_{in}) ajuda a se ter uma melhor noção da eficiência global de cada uma das fontes luminosas, uma vez que engloba a eficiência do *driver* ou reator utilizado; a eficiência da fonte luminosa na conversão de energia elétrica em luz; a eficiência da luminária; e o espalhamento do fluxo luminoso sobre a superfície em análise. Neste quesito (E_{med}/P_{in}), observa-se que a luminária LED tem o melhor desempenho entre todas as fontes luminosas analisadas, seguida pela luminária com lâmpada de vapor de sódio e multivapores metálicos.

Mesmo obtendo a segunda menor potência de entrada nos resultados de características elétricas, a luminária LED obteve a maior iluminância média entre todas as fontes luminosas testadas, tendo mais uma vez a lâmpada de vapor de sódio o segundo melhor desempenho. O pior resultado quanto ao nível de iluminância média foi da luminária contendo a lâmpada fluorescente compacta, e o pior resultado levando-se em consideração a razão (E_{med}/P_{in}) foi da lâmpada de vapor de mercúrio em alta pressão.

5. CONCLUSÃO

Foram apresentadas diversas fontes de luz branca aplicadas em iluminação pública com o intuito de fazer uma comparação com a lâmpada de vapor de sódio em alta pressão, que é a tecnologia mais aplicada no Brasil atualmente.

Foram feitas comparações de características elétricas e fotométricas das fontes luminosas, onde os resultados foram gerados a partir de medições no laboratório e em campo.

Os resultados apresentados mostram que em relação às fontes luminosas analisadas, a tecnologia empregando diodos emissores de luz obteve no geral o melhor desempenho, superando a lâmpada de vapor de sódio em alta pressão, que atualmente é a fonte luminosa mais utilizada no Brasil para iluminação de exteriores (principalmente iluminação pública).

ABSTRACT

Several techniques are used in order to reduce energy consumption, for example, replacing inefficient light bulbs (incandescent light bulbs) with efficient light bulbs. The great demand for electricity has been encouraging several studies both for the expansion of the generation capacity of plants and for the rational use of this relevant form of energy. Energy waste and energy efficiency are very important issues on the world stage. It is known that lighting systems are very important for human activities: man is totally dependent on artificial lighting. With the technological evolution in the lighting area, energy efficiency, for example, can be achieved by replacing current components with modern and more efficient light sources. In view of the above, this course conclusion work proposes a broad bibliographic review on White light sources contemplating the most relevant lighting concepts, such as energy quality, energy efficiency, visual comfort, among others in order to produce a material for scientific research in the area. This study is supported by laboratory and field tests based on the high-pressure sodium vapor lamp, currently the most used in the lighting segment.

Keywords: *Electricity, Energy Efficiency, LED, Lighting.*

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. C. **Sistema eletrônico baseado em diodos emissores de luz (LEDs) para aplicação em estudos de fisiologia vegetal.** 2014. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)-Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, Juiz de Fora, 2014.

COSTA, J. DOS S.; ANDRADE JUNIOR, L. M. L. DE. Energy efficiency applied to electricity consumption: A bibliographic review study. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e26210414085, 10 abr. 2021.

GUEDES, L. F. A. **Reator eletrônico microcontrolado orientado a lâmpadas HID alimentado em onda quadrada de baixa frequência.** 2010. Monografia. Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, 2010.

NOGUEIRA, F. J. **Avaliação Experimental de Luminárias Empregando LEDs Orientadas à Iluminação Pública.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

PEREIRA, L. M. **Iluminação pública: efficientização das luminárias.** 2021. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica)-Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2021.

ROBERTO, T. J.; LUIZ SCHULTZ, E. Estudo comparativo de sistemas de iluminação pública: lâmpadas LED, lâmpadas de indução e lâmpadas a vapor de sódio. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, p. 1–22, 2017.

SIMPLÍCIO, R. F. **Projeto luminotécnico de uma academia de ginástica.** 2021. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica)-Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021.

SLIDEPLAYER; **Lâmpada Vapor de Mercúrio.** 2022. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/13899196/> Acesso em: 14 out. 2022

SOUZA ELOI, S.; SILVA, T. F. A.; GUEDES, F. N. J.; PAULA, B. G. Eficiência energética e realização de pré-diagnóstico em instituições de ensino de João Monlevade - MG. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 2, p.1-15, 2019.