

Estudo comparativo entre lâmpadas fluorescentes e LED, aplicado no ambiente de uma universidade pública no estado do Amazonas

Maria Andréa De Sousa(Uninorte) andrea-desousa@hotmail.com
Gheny Laura Sousa Ramos (Uninorte) gheny.laura@gmail.com
Paola Souto Campos (Uninorte) paola.campos@uninorte.com.br

Resumo:

A escassez de recursos na produção de energia no país tem se tornado uma realidade cada vez mais preocupante, tendo como consequência o aumento no custo da energia. Com isso, a sociedade está cada vez mais preocupada em minimizar o consumo de energia elétrica, reduzindo desperdícios e encontrando soluções para otimizar o consumo. As lâmpadas LED têm sido cada vez mais utilizadas como alternativa às lâmpadas incandescentes e fluorescentes, por serem mais eficientes, ou seja, demandam menos energia para uma qualidade similar de iluminação, além de serem mais duráveis e permitirem um melhor gerenciamento do consumo de energia. Este artigo faz um estudo de caso no ambiente de uma universidade na cidade de Manaus, comparando o consumo de energia das lâmpadas fluorescentes utilizadas atualmente com o consumo caso fossem instaladas lâmpadas de LED através de uma simulação. Como resultado foi obtida uma redução de 55% no consumo de energia elétrica do ambiente proposto, gerando uma economia de R\$15.213,84 em 3 anos. Apesar de demandar um custo maior de investimento, as lâmpadas LED consomem menos energia que as fluorescentes, além de possuírem maior tempo de vida útil e não utilizarem metais pesados em sua composição, o que torna a substituição de lâmpadas convencionais fluorescentes por LED uma alternativa vantajosa tanto na questão de eficiência energética como também na questão ambiental.

Palavras chave: Consumo, Energia elétrica, Lâmpadas, LED, Fluorescentes.

A comparative study between fluorescent and LED lamps, applied in the environment of a public university in the state of Amazonas

Abstract

The scarcity of resources in the country's energy production has become an increasingly worrying reality, and consequently, the increase in the cost of energy. With this, society is increasingly concerned with minimizing the consumption of electricity, reducing waste and finding solutions to optimize consumption. LED bulbs have been increasingly used as an alternative to incandescent and fluorescent light bulbs because they are more efficient, and require less energy for a similar quality of illumination, as well as being more durable and allowing better management of energy consumption. This article makes a case study in a university environment in the city of Manaus, comparing the energy consumption of the fluorescent lamps currently used with consumption if LED lamps were installed through a simulation. As a result, a 55% reduction in the electric energy consumption of the proposed environment was obtained, generating savings of R\$ 15,213.84 over three years. Despite requiring a higher investment LED lamps consumes less energy than fluorescents, in addition to having a longer shelf life and doesn't use heavy metals in its composition, which makes a replacement of conventional fluorescent lamps for LEDS an advantageous alternative for both energy efficiency and environmental issues.

Key-words: Consumption, Electric energy, Lamps, LED, Fluorescent.

1. Introdução

Até o começo do século XIX, a maioria dos cientistas acreditava que a luz tinha um comportamento corpuscular. Esse modelo, desenvolvido por Isaac Newton, baseava no conceito de que a luz era formada por feixe de partículas emitido por uma fonte luminosa, explicando assim as leis da reflexão e da refração. (LIMA, DÉBORA DA CONCEIÇÃO, 2012)

Ainda segundo Lima (2012), uma onda é uma perturbação que se propaga em um meio. No caso de uma onda eletromagnética a perturbação são os campo elétrico e o campo magnético. Mas alguns experimentos realizados no fim do século XIX mudam um pouco essa concepção, mostrando que a luz também se comporta como partícula. Assim, pode-se afirmar que quando a luz se propaga no espaço, ela se comporta como onda, mas quando a luz incide sobre uma superfície, ou seja, interage com a matéria, passa a se comportar como partícula, comprovando assim a dualidade onda-partícula da luz.

Para dar início ao estudo foi necessário compreender alguns conceitos acerca deste tema, baseando-se na literatura de Vinícius de Araújo Moreira - *Iluminação e Fotometria* (1987) e João Mamede Filho - *Instalações elétricas industriais* (2010):

- a) **Luminância:** A luminância descreve a medição da quantidade de emissão de luz, que passa através ou é refletida a partir de uma superfície em particular em certo ângulo. Ela também indica o quanto de energia luminosa pode ser percebida pelo olho humano. Isto significa que a luminância indica o brilho da luz emitida ou refletida de uma superfície. Na indústria de monitores, a luminância é usada para quantificar o brilho dos monitores.
- b) **Intensidade Luminosa:** Intensidade luminosa é a concentração de luz numa dada direção específica, irradiada por segundo.
- c) **Luz:** A luz é uma onda eletromagnética, cujo comprimento de onda se inclui num determinado intervalo dentro do qual o olho humano é à ela sensível. Trata-se, de outro modo, de uma radiação eletromagnética que se situa entre a radiação infravermelha e a radiação ultravioleta.
- d) **Cor:** A cor é uma percepção visual provocada pela ação de um feixe de fótons sobre células especializadas da retina, que transmite, através de informação pré-processada ao nervo óptico, impressões para o sistema nervoso.
- e) **Temperatura da cor:** A temperatura de cor expressa à aparência de cor da luz emitida pela fonte de luz. Essa definição está baseada na relação entre a temperatura de um material hipotético e padronizado, conhecido como “corpo negro radiador”, e a distribuição de energia da luz emitida à medida que a temperatura do corpo negro é elevada a partir do zero absoluto.
- f) **Comportamento do corpo humano e a luz:** A temperatura da cor é fator determinante em nossa atenção e no modo de visualizar os objetos e interpretar as cores em diferentes horários. Com estas informações, podemos concluir que quanto mais alta a temperatura da cor, maior a irritabilidade e maior nosso índice de atenção. Isso serve também para áreas onde precisamos de uma maior atividade e atenção, enquanto que quanto mais baixa a temperatura da cor sugere ambientes de maior conforto e descanso.
- g) **Ofuscamento:** Se o grau de luminância da fonte de luz for muito forte, poderá causar o ofuscamento ou reflexo no objeto de trabalho, causando um certo desconforto na visão e não permitindo uma identificação fiel do que se quer focalizar. Influem

também a proximidade da fonte e o ângulo visual.

- h) Sombras: Em muito depende da abertura do foco da iluminação. Uma vez não atingindo diretamente o objeto em foco, poderá criar zonas de sombreamento no ambiente.
- i) Contraste: Trabalhos que requerem alto nível de precisão visual precisam de um maior grau de contraste, o que ajuda na visão uma melhor identificação do objeto em foco. Algumas cores podem modificar a impressão das dimensões de um local. Um simples exemplo é o caso de um piso e um teto de cores escuras, que darão impressão de ter um pé direito mais baixo. Cores frias e claras no teto refletem mais a iluminação e passam a impressão de um ambiente maior.
- j) Foco: Podemos melhorar o foco da iluminação utilizando luminárias ou sistemas que direcionam o feixe de luz, quando queremos ressaltar um determinado objeto. Como por exemplo, a utilização de luminárias com fundo espelhado e com formato cônico.

Segundo Barbosa (2007), a luz e suas cores fazem parte do nosso dia a dia e de tudo que nos rodeia. Um bom sistema de iluminação é aquele que assegura níveis de luz e que garantem o conforto visual.

Sendo assim, tudo o que tange conforto ambiental urbano e qualidade da habitação indicam a qualidade do ambiente construído e tem total relação com a busca das melhores condições ambientais visando melhores condições de vida para a população (BRAGA, FEITAS e DUARTE, 2002).

2. Materiais e métodos

O estudo foi realizado no ambiente da Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas em agosto de 2017. Apenas em um bloco da faculdade foi utilizado como amostra. As medições foram colhidas no período de uma semana, a partir do primeiro dia útil do mês e entre os horários de 18h às 21h.

Existe uma Norma Técnica que determina o nível de Iluminância ideal para ambientes de acordo com as atividades que serão executadas no espaço. A norma é a NBR 5413 (Iluminância de Interiores) da ABNT. Conheça os principais níveis de iluminância residencial normatizados.

Ambiente	Luminância Min. (lux)
Sala – geral	50-100
Sala – Tarefas rápidas	150
Sala – Ler, estudar, costurar	300
Sala de Jantar	50-200
Dormitórios – Luz geral	50
Dormitórios – Cama	150
Cozinha	300-500
Banheiro – Geral	100
Banheiro – Espelho	200
Hall	150
Escadaria	100
Escritório – Mesa de trabalho	300-500
Garagem	50

Fonte: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Tabela 1 – Nível mínimo de luminância para cada ambiente

Para avaliar se um conjunto de iluminação artificial está bem dimensionado para o ambiente e para as tarefas que ali serão executadas você precisa calcular o nível de iluminância e confrontar com a tabela da norma ABNT. Mas, como calcular o nível de iluminância em um ambiente ou superfície?

Esse cálculo é complexo e envolve uma série de fatores que interferem em maior ou menor grau na iluminância no ambiente. Os profissionais da Luminotécnica utilizam vários outros conceitos e ferramentas para definir com maior precisão a real necessidade de luz para cada ambiente.

A fórmula simplificada: **lm** (fluxo luminoso da lâmpada) / **m²** do ambiente = **lux**, pode ajudar a ter uma ideia se a luminária e a lâmpada escolhidas fornecerão luz suficiente.

Para obter as informações necessárias do ambiente foi necessário o uso de uma trena para o dimensionamento das áreas, e de um luxímetro- aparelho utilizado para medir a luminância do ambiente. A metragem da sala foi obtida através da utilização de trena e demarcações no chão de modo a auxiliar no somatório total de seus lados para obtenção de cada área por m² analisada. Para mensuração do lux de cada sala, foi utilizado o luxímetro modelo LDR-225 e realizada a calibração do aparelho antes do início das sessões, o mesmo foi posicionado acima de uma amostra de 25 mesas dentro de cada ambiente estudado e o dado obtido é uma média do número total de amostras.



Fonte: google

Figura 1 – Trena 5m x 19mm



Fonte: google

Figura 2 – Luxímetro

Já para o cálculo do consumo de energia foram utilizados dois métodos:

a) Formula do consumo de energia

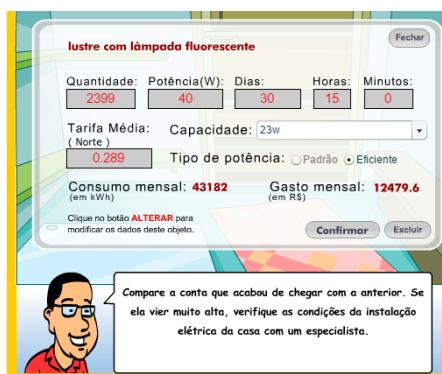
$$E = \text{Pot} \cdot \Delta t$$

$$\text{Pot} = 5500\text{W} = 5,5\text{kW}$$

$$\Delta t = 15\text{min} = 0,25\text{h}$$

$$E = 5,5 \cdot 0,25 = 1,375\text{kWh}$$

b) Simulador online



Fonte: <http://www.furnas.com.br>

Figura 3 – Interface do simulador online

3. Análise e Discussão de Resultados.

Foram levadas em consideração os requisitos necessários para um conforto visual adequado, de acordo com a necessidade de cada área, conforme levantado na literatura de Feitas E Duarte (2002).

As áreas das instalações de um dos prédios da universidade foram mensuradas, bem como a luminosidade de cada ambiente e assim pudemos calcular o fluxo luminoso nos locais e das lâmpadas, conforme descrito em alguns exemplos abaixo:

a) Térreo

Item	Sala 01	Sala 02	Sala 03	Sala 04	Sala 05	Sala 06
Largura(m)	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	15,4
Distancia(m)	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
Área (m ²)	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	118,58
Luminosidade (lux)	300	300	300	300	300	300
Fluxo Luminoso	1111	1111	1111	1111	1111	1111

Fonte: própria

Tabela 2 – Medidas das áreas e luminosidades das salas do térreo

Item	Corredor	Escada	Banheiro Masc.	Banheiro Fem.
Largura(m)	02	02	3,10	3,10
Distancia(m)	66,36	04	3,44	3,44
Área (m ²)	132,72	08	10,66	10,66
Luminosidade (lux)	150	150	150	150

Fluxo Luminoso	7111	6000	319	310
----------------	------	------	-----	-----

Fonte: própria

Tabela 3 – Medidas das áreas e luminosidades de áreas comuns do térreo
Primeiro Piso

Item	Sala 07	Sala 08	Sala 09	Sala 10	Sala 11	Sala 12	Sala 13	Sala 15
Largura(m)	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
Distancia(m)	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	7,7	7,7	7,7
Área (m²)	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	59,3	59,3	59,3
Luminosidade (lux)	300	300	300	300	300	300	300	300
Fluxo Luminoso	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111

Fonte: própria

Tabela 4 – Medidas das áreas e luminosidades das salas do primeiro piso

Item	Sala 16	Sala 17	Corredor	Escada	Banheiro Masc.	Banheiro Fem.
Largura(m)	7,7	7,7	02	02	3,10	3,10
Distancia(m)	7,7	7,7	66,36	04	3,44	3,44
Área (m²)	59,29 ²	59,29	132,72	08	10,66	10,66
Luminosidade (lux)	300	300	150	150	300	300
Fluxo Luminoso	1111	1111	1111	6000	319	319

Fonte: própria

Tabela 5 – Medidas das áreas e luminosidades das salas e áreas comuns do primeiro piso

b) Segundo Piso

Item	Sala 18	Sala 19	Sala 20	Sala 21	Sala 22	Sala 23	Sala 24	Sala 25
Largura(m)	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
Distancia(m)	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	7,7
Área (m²)	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	59,3
Luminosidade (lux)	300	300	300	300	300	300	300	300
Fluxo Luminoso	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111

Fonte: própria

Tabela 6 – Medidas das áreas e luminosidades das salas do segundo piso

Item	Sala 26	Sala 27	Sala 28	Corredor	Escada.	Banheiro Mas.	Banheiro Fem.
Largura(m)	7,7	7,7	7,7	02	02	3,10	3,10
Distancia(m)	7,7	7,7	7,7	66,36	04	3,44	3,44
Área (m²)	59,29	59,29	59,29	132,72	08	10,66	10,66
Luminosidade (lux)	300	300	300	150	150	300	300
Fluxo Luminoso	1111	1111	1111	1111	6000	319	319

Fonte: própria

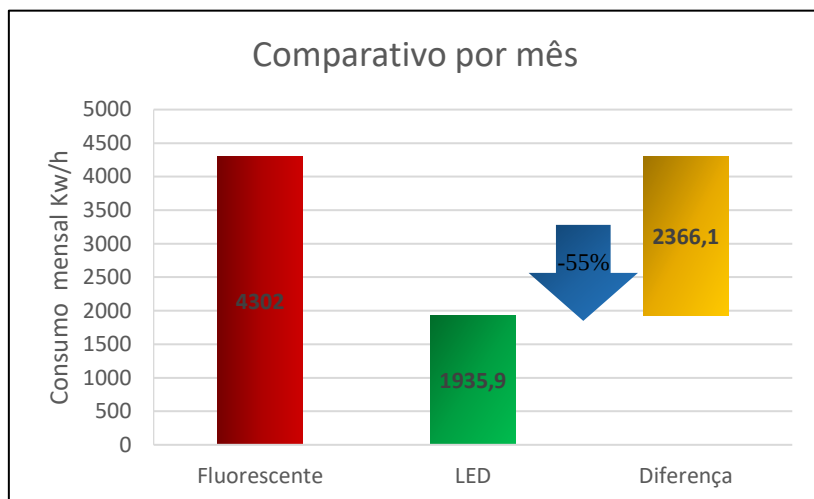
Tabela 7 – Medidas das áreas e luminosidades das salas e áreas comuns do segundo piso

Constatou-se que para as atividades exigidas em cada ambiente o nível de luminosidade encontra-se dentro dos padrões considerados ideais pelas normas da ABNT, o que demonstra um dimensionamento correto para a execução das tarefas propostas.

Levando em consideração quantidade de horas em que as lâmpadas ficam ligadas, foi feito um estudo comparativo das instalações, de acordo com o custo com energia e o custo com a substituição dos equipamentos.

No ambiente foram contabilizadas, ao total, 478 lâmpadas fluorescentes, com consumo de 40W cada. De acordo com o anexo 1, a lâmpada equivalente LED é de 18W, com consumo de 18W.

Calculando o consumo mensal em ambos os casos temos que para as lâmpadas fluorescente, o consumo mensal é de 4302Kw/h, já para as lâmpadas LED esse consumo cai para 1935,9 Kw/h, representando uma redução de 55% por mês, conforme ilustrado no gráfico a seguir.

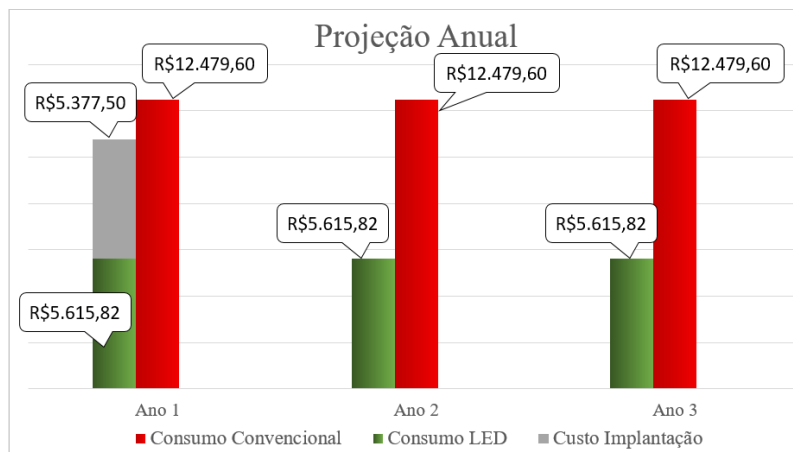


Fonte: Própria

Figura 4 – Gráfico comparativo do consumo mensal

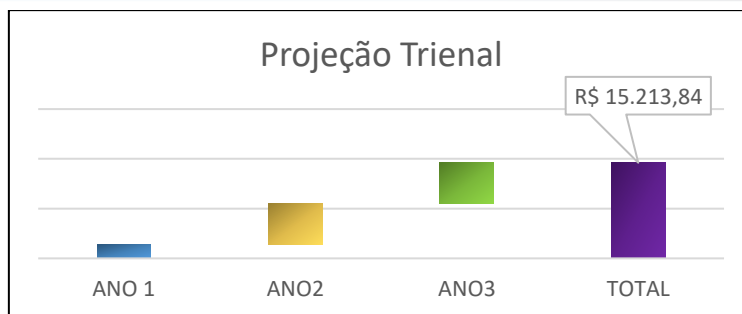
Souza e Ferrari (2012) obtiveram resultados similares quando realizaram a substituição de lâmpadas convencionais por led, obtendo uma redução de 62,5% no custo do consumo de energia de uma empresa.

O custo para instalação de novas lâmpadas seria de R\$ 5.377,50 se considerarmos somente a compra das lâmpadas novas. Os gráficos abaixo fazem uma projeção anual do consumo em reais, nos quais podemos observar que o investimento inicial com a aquisição das novas lâmpadas se dará em 10 meses, além de uma economia de R\$15.213,84 nos próximos 3 anos.



Fonte: Própria

Figura 5 – Projeção anual dos custos com energia



Fonte: Própria

Figura 6 – Projeção trienal da redução dos custos com energia

Padilha, Jung e Rodrigues (2015) também fizeram um estudo comparativo, levando em consideração o investimento inicial necessário para a instalação das lâmpadas LED e encontraram resultados favoráveis a utilização de lâmpadas LED, devido ao baixo consumo e maior durabilidade. Assim como neste estudo, o estudo de Padilha, Jung e Rodrigues (2015) aponta que no terceiro ano os gastos com lâmpadas fluorescentes já são maiores do que com LEDs.

Constatou-se com a simulação realizada a efetividade da substituição das lâmpadas convencionais por LED. Como resultado foi atingido uma economia de 55% no consumo de energia elétrica para o bloco da universidade estudado e, como possui uma relação direta com os gastos, gerou uma economia de R\$15.213,84 na simulação, resultados estes a serem obtidos durante o período de 3 anos para a faculdade.

5. Considerações Finais

O trabalho demonstrou a comparação, aplicada a Faculdade de Tecnologia na Universidade Federal do Amazonas, entre a utilização de lâmpadas fluorescentes e LED com relação ao valor de investimento inicial, o valor gasto com energia e o valor gasto com manutenção. A principal desvantagem percebida com relação a utilização das lâmpadas fluorescentes seria a questão da sua vida útil e que as mesmas utilizam reatores, os quais aumentam os custos de manutenção, visto que estes são componentes que apresentam frequentes falhas. Na maior parte dos casos, pode-se afirmar que lâmpadas de LED apresentam um maior custo inicial, porém fazendo uma análise em longo prazo verifica-se a vantagem financeira, esta pode ser percebida principalmente no menor gasto com energia, além das mesmas apresentarem uma vida útil maior que as opções disponibilizadas no mercado. Pensando desta forma, podemos afirmar que quanto mais tempo as lâmpadas LED ficam acesas por dia, mais rápido obtém-se o retorno financeiro do investimento feito, quando comparadas com as convencionais. Outra vantagem obtida é a diminuição da utilização de iluminação que contem metais pesados como são os casos das lâmpadas fluorescentes, tornando a utilização de lâmpadas LED vantajosa tanto na questão de eficiência energética como também na questão ambiental.

Referências

PADILHA, M.; JUNG, F.; RODRIGUES, E. - Estudo Comparativo Entre Lâmpadas Fluorescentes E Led Aplicado No Ifc – Campus Luzerna. Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar – Santa Rosa do Sul, SC, Brasil de 11 a 12 de novembro de 2015.

LIMA, D.C. Evolução Histórica Do Conceito Físico Da Luz. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Física, Universidade Federal de Rondônia - Ji-Paraná, RO, Brasil novembro de 2012.

BARBOSA, L.A.G. História e Conceitos de Iluminação. Material de Apoio. Universidade Estácio de Sá - Rio de Janeiro, RJ, Brasil maio de 2007.

BRAGA, T.M.; FREITAS, A.P.M.; DUARTE, G S. Índice de sustentabilidade urbana. I Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade – Indaiatuba, SP, de 6 a 9 de novembro de 2002.

MAMEDE, J.F. Instalações elétricas industriais. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

SOUSA, T.C e FERRARI, L.C.B. Análise econômica da substituição de lâmpadas fluorescentes por tecnologia led em uma empresa de manutenção de máquinas. XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Producao. Bento Gonçalves, 2012

MOREIRA, V.A. Iluminação e Fotometria – teoria e aplicação. 3ª ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1987.

UNICAMP. Iluminância e cálculo luminotécnico. Disponível em: <www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/tabelas/luminotecnica.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2017.

FURNAS. Simulador. Disponível em: <<http://www.furnas.com.br/simulador/>> Acesso em 09 de setembro de 2017.

KITLED. Lâmpadas de Led. Disponível em: <<http://www.kitled.com.br/lampada-led/tubular/lampada-led-tubular-t8-18w-120-cm?parceiro=6640&gclid=CJ6YnpOVnc8CFYMHkQodkWELWg>> Acesso em 09 de setembro de 2017.

CHOICE-ENERGIA. Software para gestão de energia. Disponível em: <<http://www.choice-energia.com.br/index.php/software-para-gestao-de-energia>> Acesso em 09 de setembro de 2017.

ANEXO

 Instalação e Manutenção Elétrica						
Tabela de Lâmpada Led x Lâmpada Fluorescente						
Especificações Técnicas	20W e LED 9W - 600mm		40W e a LED 18W - 1200mm		110W HO e a LED 36W - 2400mm	
	Fluorescente Convencional TS	X Tubular LED TS	Fluorescente Convencional TS	X Tubular LED TS	Fluorescente Convencional TS	X Tubular LED TS
Potência Lâmpada	20W	9W	40W	18W	110W	36W
Potência Reator	6W	n/a	12W	n/a	33W	n/a
Consumo total conj. (P+R)	26W	9W	52W	18W	143W	36W
Tensão	110V ou 220V	Bivolt Automático	110V ou 220V	Bivolt Automático	110V ou 220V	Bivolt Automático
Rendimento Luminoso	80 lm/W	110 lm/W	80 lm/W	110 lm/W	80 lm/W	110 lm/W
Fluxo Luminoso (120 graus) - LED	600 Lumens - estim.	660 Lumens	1100 Lumens - estim.	1980 Lumens	2200 Lumens - estim.	4180 Lumens
Fluxo Luminoso (360 graus) - Conv.	1800 Lumens	3970 Lumens - estim.	3300 Lumens	3940 Lumens - estim.	6600 Lumens	12540 Lumens-estim.
Vida Média - Horas	10000 Horas	50000 Horas	10000 Horas	50000 Horas	10000 Horas	50000 Horas
Comprimento	600mm	600mm	1200mm	1200mm	2400mm	2400mm
Base Conexão	G13	G13+Rotativa	G13	G13+Rotativa	G13	G13+Rotativa
Atrai Insetos	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Emite Radiação UV e IR	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Componentes Tóxicos	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Gera Calor Ambiente	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Resistente Uso Severo	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Reciclável ou Ecológica	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim

 End.: Largo Tenente Celso, nº30, Centro, Santos - Tel.: (13) 3221-8261 - www.kitltd.com

 Fonte: <http://www.kitltd.com.br>

Anexo 1 – Tabela de especificações técnicas das lâmpadas.