

ANDRÉ LUIZ GODINHO DA SILVEIRA

LUIZ CARLOS MONTEIRO JÚNIOR

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO DAS
LÂMPADAS FLUORESCENTES DO MODELO T10
PELOS MODELOS T8, T5 OU LED.**

BACHARELADO

EM

ENGENHARIA ELÉTRICA

DOCTUM – MINAS GERAIS

2014

ANDRÉ LUIZ GODINHO DA SILVEIRA

LUIZ CARLOS MONTEIRO JÚNIOR

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO DAS
LÂMPADAS FLUORESCENTES DO MODELO T10
PELOS MODELOS T8, T5 OU LED.**

Monografia apresentada à banca examinadora da faculdade de... , do Instituto Doctum de Tecnologia, como exigência parcial para detenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica, sob a orientação do Professor Joildo Fernandes Costa Junior.

DOCTUM – MINAS GERAIS

2014

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia.

Agradeço a todos que estiveram presentes em minha trajetória acadêmica, professores, amigos, coordenador do curso e funcionários da instituição.

Gostaríamos também de agradecer ao nosso orientador Joildo, pela dedicação oferecida ao longo deste trabalho e a banca avaliadora pela atenção.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Iluminamento medido em Lux.....	14
Figura 2 – Fluxo Luminoso.....	16
Figura 3 – Figura de uma lâmpada do tipo T12.....	21
Figura 4 – Figura de uma lâmpada do tipo T8.....	22
Figura 5 – Figura de uma lâmpada do tipo T5.....	23
Figura 6 – Elementos básicos de uma lâmpada fluorescente.....	25
Figura 7 – Esquema do starter.....	26
Figura 8 – Esquema reator eletrônico	27
Figura 9 – LED convencional de 5 mm.....	27
Figura 10 – funcionamento de um diodo emissor de luz.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Iluminância para cada faixa de grupo de determinada tarefa visual.....	15
Tabela 2 – Eficiência luminosa por tipo de lâmpada.....	18
Tabela 3 – Índice de reprodução de cor apropriado para cada tipo de ambiente. ...	19
Tabela 4 – Temperatura de cor.....	20
Tabela 5 – Evolução das lâmpadas por diâmetro.....	24
Tabela 6 – Definições das cores das lâmpadas por tipo de pó.....	25
Tabela 7 – Geração das cores de acordo com a tensão e material semicondutor...	29
Tabela 8 – Quadro da quantidade de lâmpadas por local.....	30
Tabela 9 – Dados técnicos das lâmpadas.....	31
Tabela 10 – Correção das lâmpadas.....	33
Tabela 11 – Duração das lâmpadas em meses.....	41
Tabela 12 – Consumo das lâmpadas.....	43
Tabela 13 – Reposição das lâmpadas.....	46
Tabela 14 – Comparativo T10/T8 120 cm.....	48
Tabela 15 – Comparativo T10/T5 120 cm.....	48
Tabela 16 – Comparativo T10/LED 120 cm.....	49
Tabela 17 – Comparativo T10/T8 60 cm.....	49
Tabela 18 – Comparativo T10/T5 60 cm.....	49
Tabela 19 – Comparativo T10/LED 60 cm.....	50

Tabela 20 – Comparativo entre compactas.....	50
Tabela 21 – Comparativo de gasto em kWh em 10 anos.....	51
Tabela 22 – Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada T8 120 cm).	51
Tabela 23 – Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada T5 116 cm).	52
Tabela 24 – Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada LED 120 cm).....	52
Tabela 25 – Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada T8 60 cm).....	52
Tabela 26 – Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada T5 56 cm).....	53
Tabela 27 – Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada LED 60 cm).....	53
Tabela 28 – Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada LED compacta)....	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Espectro eletromagnético.....	13
Gráfico 2 – Valor das lâmpadas tubulares de 120 cm.....	34
Gráfico 3 – Valor das lâmpadas tubulares de 60 cm.....	35
Gráfico 4 – Valor das lâmpadas compactas.....	35
Gráfico 5 – Eficiência luminosa das lâmpadas tubulares de 120 cm.....	36
Gráfico 6 – Eficiência luminosa das lâmpadas tubulares de 60 cm.....	37
Gráfico 7 – Eficiência luminosa das lâmpadas compactas.....	37
Gráfico 8 – Comparativo de vida útil.....	38
Gráfico 9 – Consumo das lâmpadas tubulares.....	44
Gráfico 10 – Consumo das lâmpadas compactas.....	45
Gráfico 11 – Comparativo de custo.....	47
Gráfico 12 – Gasto em investimento.....	54
Gráfico 13 – Retorno do investimento em economia de energia.....	55

LISTA DE SIGLAS

C - Celsius

cd - Candela

DIPAC - Divisão de Regulamento Técnico e Programas de Avaliação

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IRC - Índice de Reprodução de Cores

K - Kelvin

LED - Diodo Emissor de Luz

Lm - Lúmens

Lm/W - Lúmens / Watts

Lux - Iluminancia

m - Metros

m² - Metros quadrados

mm - Milímetros

nm - Nanômetros

Pa - Pressão

W - Watts

RESUMO

Nossa proposta visa à substituição de um modelo de lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm e 60 cm por um modelo de lâmpada fluorescente tubular T8, T5 ou LED de 120 cm e 60 cm, além da transição da lâmpada fluorescente compacta para a LED compacta, pois as alterações sugeridas representam uma modernização tecnológica que viabiliza a eficiência energética e o retorno de investimento. O presente trabalho fará uma comparação de modelos utilizados numa instituição pública municipal abc.

Palavras chave: Lâmpadas, Fluorescente, Tubular, LED, Eficiência energética.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	11
2 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 – ILUMINAÇÃO.....	13
2.2 – ILUMINÂNCIA.....	15
2.3 – FLUXO LUMINOSO.....	17
2.4 – INTENSIDADE LUMINOSA.....	18
2.5 – EFICIÊNCIA LUMINOSA.....	17
2.6 – ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR.....	19
2.7 – TEMPERATURA DE COR.....	20
2.8 – LÂMPADAS.....	21
2.8.1 – Lâmpadas T12 e T10.....	21
2.8.2 – Lâmpadas T8.....	22
2.8.3 – Lâmpadas T5.....	23
2.9 – BULBO E REVESTIMENTO DAS FLUORESCENTES.....	24
2.10 – MATERIAL DE PINTURA DOS BULBOS.....	25
2.11 – CONSTITUIÇÃO DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES.....	26
2.12 – REATORES E STARTERS.....	27
2.13 – LED.....	28
3 – COMPARATIVO ENTRE AS LÂMPADAS	31
3.1 – COMPARATIVO DE PREÇO.....	35
3.2 – COMPARATIVO DA EFICIÊNCIA LUMINOSA.	37
3.3 – ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DAS LÂMPADAS.....	39
3.4 – ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DAS LÂMPADAS	40
3.5 – CONSUMO DE ENERGIA.....	43
3.6 – COMPARATIVO DA SUBSTITUIÇÃO DAS LÂMPADAS	46
3.7 – COMPARATIVO DO INVESTIMENTO FINANCEIRO E CUSTO BENEFÍCIO.....	48
4 – CONCLUSÃO.....	57
5 – REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	59
6 – ANEXOS	62

INTRODUÇÃO

O intuito do nosso trabalho é demonstrar a viabilidade da substituição dos modelos de lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 120 cm e 60 cm de diâmetro de 33 mm e da lâmpada fluorescente compacta por outros modelos mais econômicos e eficientes.

O modelo de lâmpada T10, por ser mais antigo, mostra-se menos efetivo em economia e em manutenção se comparado a outros modelos de lâmpadas. Esse trabalho mostrará comparações do modelo em questão com os demais, de modo a analisar se a substituição é compensatória, visando maior economia energética.

As comparações se basearão na análise da economia energética, do investimento e de seu retorno em um período de 10 anos, confrontando o modelo existente na instituição pública municipal abc com os outros modelos de lâmpadas.

No Brasil, conforme Moreira (2008, p.87), as lâmpadas fluorescentes de catodo quente nas tonalidades luz do dia e branca fria de diâmetro T-10 (33mm) e T-12 (38mm) eram praticamente as únicas utilizadas. No entanto, houve uma grande revolução das fluorescentes ao longo dos anos, diminuindo seu diâmetro e, conseqüentemente, dando maior desenvolvimento óptico aos refletores, além disso, houve um aperfeiçoamento dos sais fluorescentes, assunto que iremos abordar no próximo capítulo.

Nosso estudo não segue a NBR 5413. Há apenas o intuito de analisar a possível substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 120 cm e 60 cm pelas tecnologias das lâmpadas fluorescentes tubulares T8, T5 e LED de 120 cm e 60 cm, além da substituição da lâmpada fluorescente compacta pela lâmpada LED compacta, ou seja, lâmpadas que mostram maior desempenho energético e retorno financeiro, considerando, também, o impacto ambiental do descarte do material.

O presente trabalho será composto por três capítulos sequencialmente:

No primeiro capítulo, serão abordados os conceitos das lâmpadas, suas vantagens e desvantagens e os princípios de funcionamento.

No segundo capítulo, confrontaremos as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 120 cm e 60 cm e a lâmpada fluorescente compacta com os outros modelos de lâmpadas fluorescentes tubulares T8,T5, LED de 120 cm e 60 cm e LED compacta, mostrando a eficiência de umas sobre as outras.

Encerrando, no terceiro capítulo, serão apresentadas as conclusões do estudo desse trabalho.

2 – REFERENCIAL TEÓRICO.

Desde sua criação, a lâmpada encontra-se em constante evolução em busca de uma melhor eficiência energética, luminescência e durabilidade. Além disso, está tornando-se mais econômica e menos nociva ao meio ambiente, já que a produção de resíduos é cada vez menor. É de suma importância saber o tipo de lâmpada a ser usada em cada tipo de ambiente, de modo a gerar a eficiência e a economia desejadas. A partir disso, esse trabalho comparará alguns modelos de lâmpadas Fluorescentes e LED (Light Emitting Diode, traduzindo, Diodo Emissor de Luz).

As antigas lâmpadas fluorescentes tinham um bulbo que chamamos de T12. Na década de 80, foi trocado pelo bulbo T10, que é mais fino. Em seguida, surgiram as modernas fluorescentes tubulares tipo T8 e hoje, no Brasil, estão sendo comercializadas, normalmente, as tubulares T5. (SILVA, 2004, p. 58).

As lâmpadas LEDs já estão sendo comercializadas em alguns países, porém, no Brasil, essas estão sendo avaliadas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) para serem certificadas. Durante esse período, elas passarão por uma consulta pública na Divisão de Regulamentação Técnica e Programas de Avaliação da Conformidade (Dipac). (INMETRO, 29/10/2014).

2.1 – ILUMINAÇÃO.

Desde a criação da primeira lâmpada até os dias atuais, elas veem sofrendo grandes modificações, desde seu formato até os tipos de materiais utilizados, sempre no intuito de economizar energia e deixar uma iluminação mais adequada de acordo com o ambiente.

Uma boa iluminação pode trazer vários benefícios, desde a proteção da visão até o rendimento de trabalho, pois uma vez que o ambiente tem uma iluminação confortável e suave, evitará a fadiga e aumentará a atenção no serviço que estará

sendo prestado naquele ambiente. Devido a tais vantagens, tem-se dado mais importância a uma iluminação eficiente. (CAVALIN e CERVELIN, 2009).

Junto com estas evoluções foi desenvolvido na última década um número considerável de novos produtos de iluminação para economia de energia, dentre as quais as lâmpadas fluorescentes compactas e eletrônicas. Assim, é possível reduzir o consumo de energia, sem diminuir os enormes benefícios de uma boa iluminação. (CAVALIN e CERVELIN, 2009), p 68.

Por apresentar tamanha importância, a intensidade luminosa deve ser analisada, de acordo com as atividades que serão realizadas em determinado ambiente. Existem aproximadamente 6 milhões de cores, para captá-las, o processo de visão do olho humano se dá por meio da acomodação, do campo de visão, da acuidade, da perspectiva visual e da visão de cores. Para se ter uma boa reprodução em um ambiente iluminado artificialmente se faz necessário, além da distribuição dos pontos de luz, a escolha de luminárias para reflexão. Há também uma preocupação quanto à escolha da lâmpada e seu índice de IRC (Índice de Reprodução de Cores), no qual quanto maior, mais fiel serão reproduzidas as cores do objeto.

As ondas de luz visível ao olho humano são da faixa de 380 a 780 nanômetros (nm), conforme representado no gráfico 1: Espectro eletromagnético.

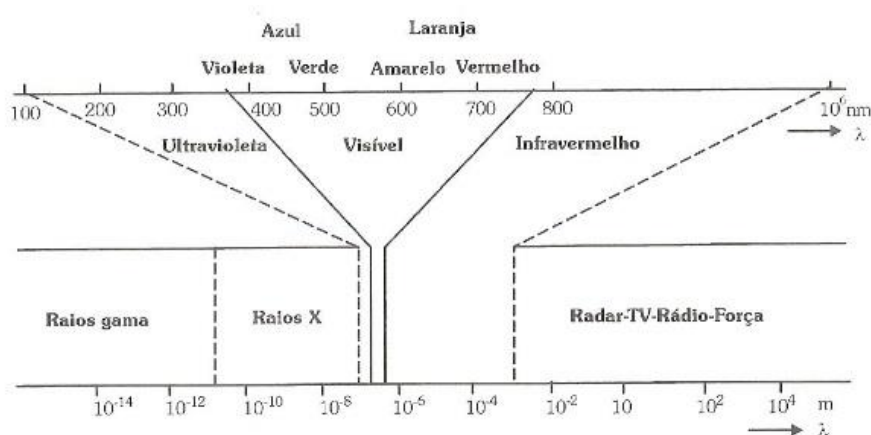


Gráfico 1: Espectro eletromagnético.
Fonte: CAVALIN e CERVELIN, 2009.

O gráfico 1 mostra a faixa de radiação visível pelo olho humano.

2.2 – ILUMINÂNCIA.

A iluminância, também chamada de nível de iluminação ou iluminamento, em uma superfície plana com uma área exata de 1m^2 (metros quadrados), que recebe o fluxo luminoso de 1lm (lúmens) em direção perpendicular distribuído uniformemente. Sendo a sua densidade superficial do fluxo luminoso que recebe. (CREDER, 2007, p. 162).

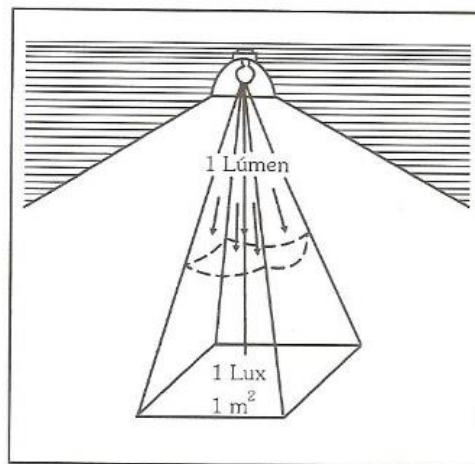


Figura 1: Iluminamento medido em Lux
Fonte: CAVALIN e CERVELIN, 2009.

De acordo com a figura 1 representada acima, existe uma distância entre a luminária, a superfície e o iluminamento que é correspondido por um valor médio, pois o fluxo luminoso não é distribuído uniformemente pela superfície.

A representação da tabela 1, iluminamento para cada faixa de grupos de atividade, além da iluminância medida em Lux (Iluminância) e as atividades realizadas dentro das faixas.

Faixas	Iluminâncias (Lux)	Tipo de Atividade
A - Iluminação geral para áreas usadas ininterruptamente ou com tarefas visuais simples	20	Áreas públicas com arredores escuros
	30	
	50	
	50	Orientação simples para permanência curta
	75	
	100	
B - Iluminação geral para áreas de trabalho	100	Recintos não usados para trabalho contínuo, depósitos
	150	
	200	
	200	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
	300	
	500	
	500	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, auditórios
	750	
	1.000	
1.000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas	
1.500		
2.000		
C - Iluminação adicional para tarefas complexas	2.000	Tarefas visuais extras e prolongadas, eletrônicas e de tamanho pequeno
	3.000	
	5.000	
	5.000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	7.500	
	10.000	
	10.000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia
	15.000	
	20.000	

Tabela 1: Iluminâncias para cada faixa de grupo de determinada tarefa visual.
 Fonte: MAMEDE FILHO, 2010.

É imprescindível ter quantidade de Lux ideal para as atividades, pois a falta de iluminação adequada pode ocasionar problemas visuais, principalmente, nas atividades que exigem tarefas complexas.

2.3 – FLUXO LUMINOSO.

Fluxo luminoso é a potência da radiação que é emitida através de uma fonte luminosa por todas as direções do espaço, sua unidade é conhecida como lúmen, que é a quantidade irradiada de luz. (MAMEDE FILHO, 2010, p. 32).



Figura 2: Fluxo luminoso.
Fonte: FERREIRA, 2010.

Ou seja, o total da potência de uma fonte qualquer de luz é radiado fazendo com que seja estimulado pela retina ocular. (CAVALIN e CERVELIN, 2009, p. 114).

2.4 – INTENSIDADE LUMINOSA.

“Intensidade luminosa pode ser definida como a potência de radiação visível que uma determinada fonte de luz emite numa direção especificada”. (MAMEDE FILHO, 2010, p. 33).

A unidade de intensidade luminosa no nosso sistema legal é a candela (cd), e corresponde à “intensidade luminosa, na direção perpendicular a uma superfície plana de área igual a $1/600000\text{m}^2$, de um corpo negro, à temperatura de solidificação da platina, sob pressão de 101325N/m^2 . (MOREIRA, 1999), p 11.

Segundo MAMEDE FILHO (2010, p. 33), quando se tem uma fonte luminosa dentro de uma esfera de raio 1 metro, emitindo, em todas as direções, uma intensidade luminosa de 1cd (candela), significa que cada metro quadrado da superfície esférica está sendo iluminado por um fluxo luminoso de 1 lúmen. Entretanto, o fluxo luminoso não é emitido uniformemente, logo, são construídas as curvas de distribuição luminosa, nas quais das luminárias são medidas intensidades luminosas em todas as direções. É possível saber as curvas de distribuições luminosas que caracterizam as luminárias dos fabricantes na maioria dos catálogos técnicos.

2.5 – EFICIÊNCIA LUMINOSA.

De acordo com MOREIRA (1999, p. 17), a eficiência luminosa de uma fonte luminosa é a relação entre o fluxo luminoso emitido por esta fonte e a potência por ela absorvida onde o fluxo luminoso é emitido pela fonte luminosa.

Pode ser dada pela expressão:

$$\eta = \frac{\psi}{P_c} \text{ (lumens/W)}$$

Figura 3: Equação de cálculo da eficiência luminosa.
Fonte: MAMEDE FILHO, 2010.

η Lúmens/watt

ψ Fluxo luminoso emitido em lúmens

P_c Potência consumida em watt

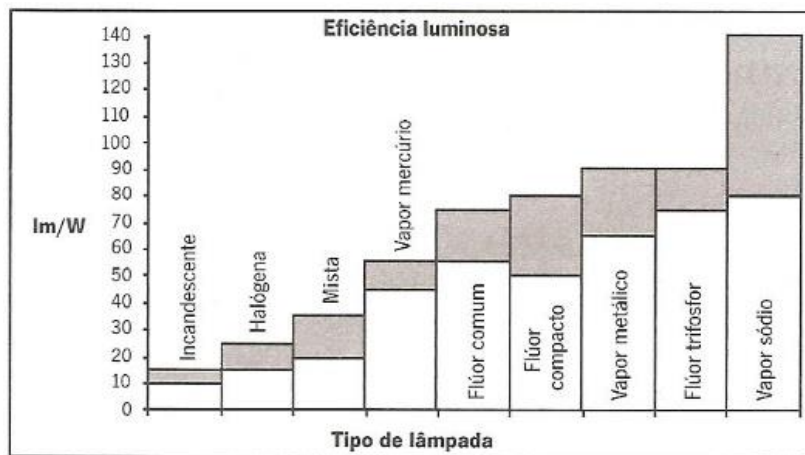


Tabela 2: Eficiência luminosa por tipos de lâmpadas.
Fonte: MOREIRA, 1999.

A tabela 2 com a representação da eficiência luminosa e alguns tipos de lâmpadas, medida em lm/w (lúmens/watt).

2.6 – ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR.

O índice de reprodução de cor tem a função de medir o quanto a luz artificial se igualaria à luz natural, sendo criada uma porcentagem na qual 100% equivale a luz artificial num dia ensolarado, ao meio dia no verão, pois a reprodução das cores estaria fiel à luz natural e, quanto menor a reprodução das cores pela luz artificial menor será a porcentagem. No caso da lâmpada de vapor de sódio, de IRC abaixo de 40, é representado com um péssimo IRC, mas, em compensação, se gasta

pouca energia tendo uma eficiência energética excelente, porém, deficiente na reprodução das cores. (SILVA, 2004, p. 39).

A tabela 3 representa o índice de reprodução de cor, dado em níveis, onde cada tipo de atividade exige uma quantidade determinada de IRC. Quanto maior a porcentagem melhor a reprodução de cor.

EXCELENTE	NÍVEL 1	1a - Ra 90 a 100	Testes de cor, floricultura, escritórios, residências lojas
MUITO BOM		1b - Ra 80 a 89	
BOM	NÍVEL 2	2a - Ra 70 a 79	Áreas de circulação, escadas, oficinas, ginásios esportivos
RAZOÁVEL		2b - Ra 60 a 69	
REGULAR	NÍVEL 3	Ra 40 a 59	Depósitos, postos de gasolina, pátio de montagem industrial
INSUFICIENTE	NÍVEL 4	Ra 2 a 39	Vias de tráfego, canteiros de obras, estacionamentos

Tabela 3: Índice de reprodução de cor apropriado para cada tipo de ambiente.
Fonte: SILVA, 2004.

A luz natural das áreas externas tem um IRC de 100, portanto, é o padrão de comparação de qualquer outra fonte de luz. (Philips)

2.7 – TEMPERATURA DE COR.

Quando se fala em temperatura de cor, não se deve confundir tonalidade de cor com a eficiência energética da lâmpada. Quando se tem duas lâmpadas iguais, uma de cor clara e outra de cor amarelada, não significa que a lâmpada clara é mais potente. A tonalidade de cor tem a ver com as diversas cores das lâmpadas, que vai da amarelada (quente) até a luz diurna (fria). Foi definido um critério para a temperatura de cor a fim de se classificar a luz em K (Kelvin). É muito importante definir a tonalidade de cor para determinado ambiente, pois a tonalidade quente tem por característica deixar o ambiente mais aconchegante, enquanto a tonalidade fria é melhor para ser utilizada em locais de trabalho, devido à característica de estimular atividades. (OSRAM).

A temperatura de cor é um termo utilizado para definir as cores de fontes de luz, quando comparadas às radiações emitidas por um corpo negro aquecido a diferentes temperaturas, medidas em graus Kelvin. Pode variar de 10.000°K a 2.500°K. (GUERRINI, 2003), p 69.

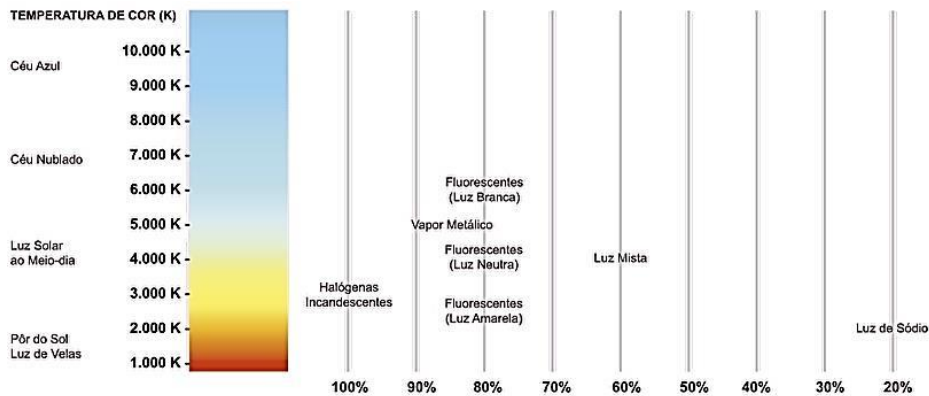


Tabela 4: Temperatura de cor.

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

A tabela 4 demonstra as cores das lâmpadas e os tipos de temperatura em que se pode ter a tonalidade da lâmpada.

2.8 – LÂMPADAS.

2.8.1 – Lâmpadas T12 e T10.

Normalmente utilizam pó standard em sua pintura, resultando em baixo rendimento luminoso, quando comparado com as pinturas com trifósforo. (SILVA, 2004, p. 59).



Figura 3: Figura de uma lâmpada do tipo T12.
Fonte: <http://www.eletrofazia.com.br/>

Apesar de serem 75% mais econômicas que as lâmpadas incandescentes, as fluorescentes possuem baixo IRC comparativamente com outras lâmpadas fluorescentes mais eficientes e modernas. (SILVA, 2004, p. 59).

2.8.2 – Lâmpadas T8.

Modernas em seu formato, normalmente são revestidas com pó trifósforo, resultando em uma ótima reprodução de cores, na faixa de 85%. (SILVA, 2004, p. 60).

Existem no mercado as de 16W e 32W, sendo seu projeto de origem americana, utilizam para seu acendimento reatores eletromagnéticos de partida rápida ou reatores eletrônicos. (SILVA, 2004, p. 60).



Figura 4: Figura de uma lâmpada do tipo T8.
Fonte: SILVA, 2004.

A lâmpada T8 veio da evolução da lâmpada T10 e T12, sendo mais econômica em termo de consumo de energia e melhor IRC.

2.8.3 – Lâmpadas T5.

As lâmpadas T-5 têm como característica serem extremamente compactas e eficientes, sua vantagem sobre as outras lâmpadas é ter um alto IRC, deixando o ambiente mais agradável. Por serem mais compactas do que as demais, pode-se também reduzir o tamanho das luminárias deixando o ambiente mais moderno. Por ser menor, mais eficiente e ter uma vida útil maior que as outras, o seu custo também é mais alto. (SILVA, 2004, p. 61).

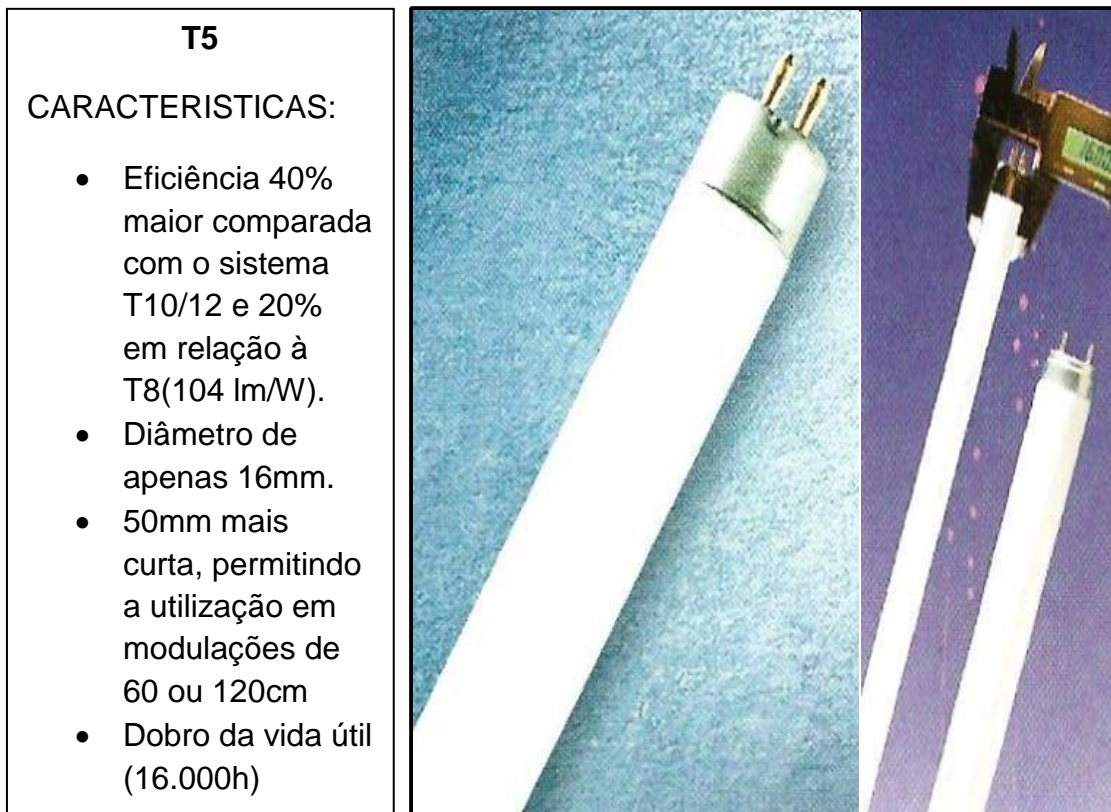


Figura 5: Figura de uma lâmpada do tipo T5.

Fonte: SILVA, 2004.

A lâmpada T5 veio da evolução da lâmpada T8, sendo ainda mais econômica em termo de consumo de energia e melhor IRC, sua principal característica é o afinamento da bitola deixando-a mais moderna e com melhor reflexão nas calhas.

2.9 – BULBO E REVESTIMENTO DAS FLUORESCENTES.

Com relação às lâmpadas fluorescentes tubulares, na medida em que foram melhorando a sua tecnologia, gradativamente foram diminuindo a bitola dos bulbos, deixando-os mais compactos, como pode ser visto na tabela 5, onde o bulbo T12 possui 38mm (milímetros) em relação ao T5 com apenas 16mm.

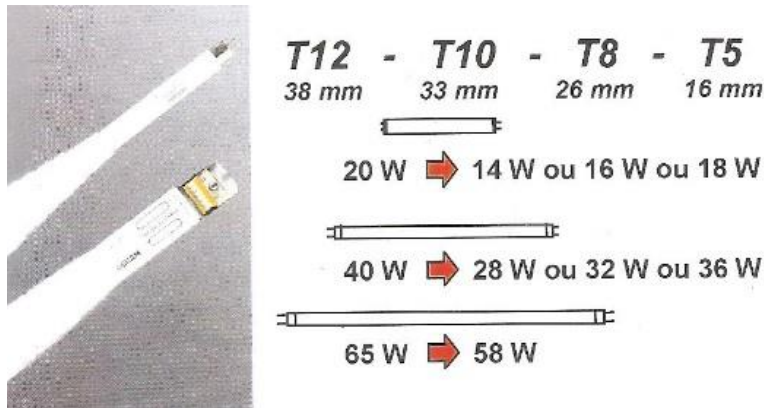


Tabela 5: Evolução das lâmpadas por diâmetro.
 Fonte: SILVA, 2004.

Segundo SILVA (2004, p. 76), existe na Europa o T2, que possui apenas 7mm e é muito utilizado em locais de pequenos espaços como closets, armários e etc...

2.10 – MATERIAL DE PINTURA DOS BULBOS.

Um grande avanço para as lâmpadas fluorescentes tubulares foi a mudança da pintura tradicional. As mais antigas utilizam pó standard, enquanto as mais modernas utilizam o pó trifósforo.

Pó standard – pintura tradicional das lâmpadas fluorescentes que a função de transformar o raio ultravioleta em luz visível, sem grandes preocupações com a reprodução de cores. (SILVA, 2004), p 74.

Pó trifósforo – Com a descoberta do pó trifósforo, que na realidade é a combinação das três cores básicas na tinta que reveste as modernas fluorescentes, o IRC passou a evoluir constantemente. No Brasil, considera-se uma boa lâmpada fluorescente, quando tem um IRC acima de 80, normalmente é de 85. (SILVA, 2004), p 74.

PÓ STANDARD

- COR LDE - Luz do dia especial (5.250K) / 20, 40, 110W
- COR - Luz do dia (6.100K) / 15, 30, 18, 36, 58W, Circular
- COR 640 - Comfort white (4.100K) / 32W

PÓ TRIFÓSFORO

- Melhor eficiência*
Melhor reprodução de cores
- COR - 840 - Branca neutra (4.000K) / 16, 32, 18, 36, 58, 110W
 - COR - 830 - Branca morna (3.000K) / 32W

Tabela 6: Definição de cores das lâmpadas por tipo de pó.
Fonte: SILVA, 2004.

De acordo com Cavalin & Cervelin (2010, p .78), o pó da pintura é responsável pela transformação da radiação ultravioleta em luz visível, causada pelo arco de elétrons que excitam os elétrons nos átomos de mercúrio causando a mudança de sua órbita dando lugar a radiação.

2.11 – CONSTITUIÇÃO DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES.

Segundo MOREIRA (1999), as lâmpadas fluorescentes tubulares podem funcionar das seguintes maneiras: Cátodos quentes (com preaquecimento ou sem preaquecimento e cátodos frios), sendo lâmpadas de descarga a baixa pressão, possuem como característica obter o máximo de radiação ultravioleta (253,7nm) para ser transformada em luz visível, possui vapor de mercúrio para essa aplicação sob pressão de aproximadamente 0,666Pa (Pressão), com temperatura de 40°C (Celsius) no bulbo.

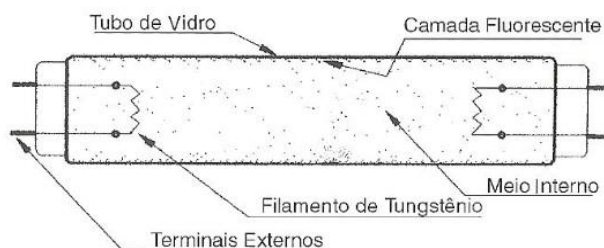


Figura 6: Elementos básicos de uma lâmpada fluorescente.
Fonte: MAMEDE FILHO, 2010.

Quando se utiliza lâmpada de cátodo quente preaquecida é necessário usar um starter, que funciona como uma partida, sendo responsável por formar um arco inicial estabelecendo um contato direto com os eletrodos. Quanto às lâmpadas de cátodos quentes sem preaquecimento, não se utiliza os starters, e sim reatores especiais para aumentar a tensão de partida iniciando a emissão de elétrons sem aquecer os eletrodos. As lâmpadas fluorescentes de cátodo frio, possuem um funcionamento igual às lâmpadas de cátodo sem preaquecimento. Também possuem uma partida instantânea com a partida da tensão 6 vezes maior do que a tensão de funcionamento. (MAMEDE FILHO, 2010).

2.12 – REATORES E STARTERS

Reatores e starters, de acordo com CREDER (2007), são equipamentos auxiliares para o funcionamento das lâmpadas fluorescentes, no caso dos starters mencionados no capítulo anterior, possuem um condensador ligado em paralelo com um interruptor, tendo como função evitar interferência em aparelhos de rádio. Já os reatores são formados por um núcleo de ferro ligado em série, possuindo duas funções: causar uma sobre tensão e limitar a corrente. São bastante usados em reatores eletrônicos.

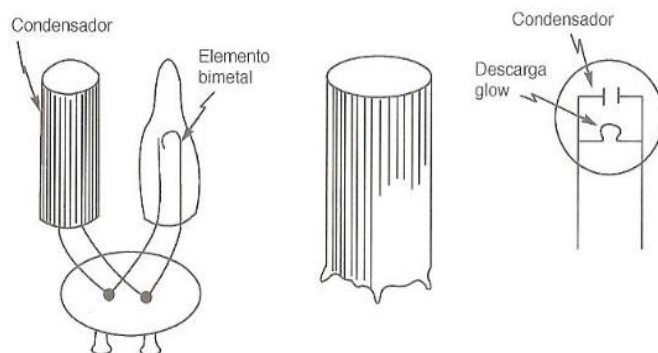


Figura 7: Esquema do starter.
Fonte: CREDER, 2007.

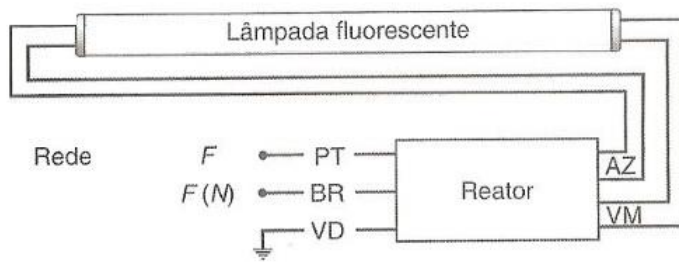


Figura 8: Esquema de um reator eletrônico.
Fonte: CREDER, 2007.

2.13 – LED.

De acordo com CAVALIN e CERVELIN (2009), os LED são componentes eletrônicos semicondutores formados pela junção de dois materiais, um do tipo P e o outro do tipo N, emitindo luz pela junção quando percorridos por uma corrente elétrica. Constituídos por materiais especiais como arsenito de gálio e fosfito de gálio, os LED apresentam como característica maior número de elementos para maior eficiência e confiabilidade nas aplicações, com o IRC de 100 numa escala de 0 a 100, possuindo uma temperatura de cor de 2.760 K a 10.000 K e potência que pode chegar a 13,7W.

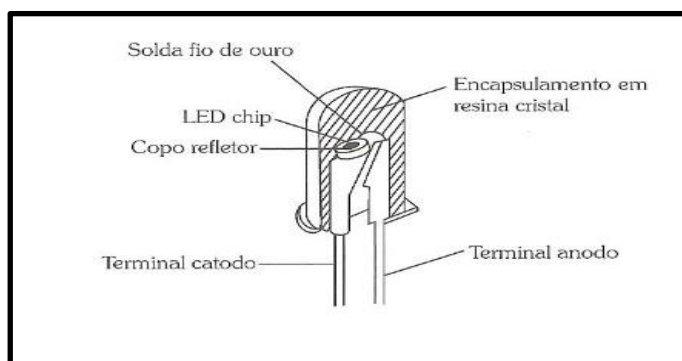


Figura 9: LED convencional de 5mm.
Fonte: CAVALIN e CERVELIN, 2009.

Com a tensão sendo aplicada entre o cátodo e ânodo do semicondutor, os elétrons do material do tipo N e as lacunas do material do tipo P se deslocam em

direção à junção P-N, essa recombinação faz com que os elétrons livres não ligados passem para o outro estado inferior, sendo essa energia emitida na forma de fótons. No material que é constituído o diodo citado acima, o número de fótons dessa energia luminosa é o suficiente para criar uma fonte de luz visível. O comprimento da radiação do LED pode ir desde a ultravioleta até a infravermelha e sua dopagem do cristal pode ser feita com gálio, alumínio, arsênio, zinco, fósforo, índio e nitrogênio. Para que o LED possa gerar a luz branca, se utiliza uma mistura de cores através do processo de superposição, que é o somatório dos comprimentos de ondas que se denomina de mistura aditiva, podendo obter todas as cores através das cores fundamentais, vermelho, azul e verde, mesmo processo que se usa nos tubos de imagens dos televisores coloridos. (MARTELETO, 2011).

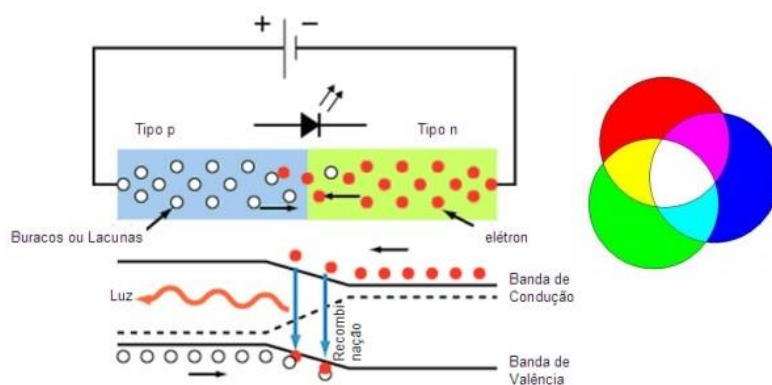


Figura 10: Funcionamento de um diodo emissão de luz.
Fonte: MARTELETO, 2011.

TIPO DE RADIAÇÃO	TENSÃO	MATERIAL SEMICONDUTOR
Ultravioleta ($\lambda < 400$)	$3.1 < \Delta V < 4.4$	Diamante (235 nm) Nitreto de boro (215 nm) Nitreto de alumínio (210 nm) Nitreto de alumínio, gálio e índio (210 nm)
Violeta ($400 < \lambda < 450$)	$2.76 < \Delta V < 4.0$	Nitreto de gálio e índio
Azul ($450 < \lambda < 500$)	$2.48 < \Delta V < 3.7$	Seleneto de zinco Nitreto de gálio e índio
Verde ($500 < \lambda < 570$)	$1.9 < \Delta V < 4.0$	Fosforeto de gálio (III) Fosforeto de alumínio, gálio e índio Fosforeto de alumínio e gálio Nitreto de gálio e índio /Nitreto de gálio (III)
Amarelo ($570 < \lambda < 590$)	$2.10 < \Delta V < 2.18$	Fosforeto de alumínio, gálio e índio Fosforeto de gálio (III)
Laranja ($590 < \lambda < 610$)	$2.03 < \Delta V < 2.10$	Fosforeto de gálio (III) Arseneto de alumínio e gálio
Vermelho ($610 < \lambda < 760$)	$1.63 < \Delta V < 2.03$	Fosforeto de alumínio, gálio e índio Fosforeto de gálio (III)
Infravermelho ($\lambda > 760$)	$1.9 < \Delta V$	Arseneto de gálio Arseneto de alumínio e gálio

Tabela 7: Geração das cores de acordo com a tensão e material semicondutor.
Fonte: MARTELETO, 2011.

Os LED possuem muitas vantagens sobre as lâmpadas convencionais, entre elas estão: não possuem filamento que se queima, tem pequenos bulbos de plástico que os deixam mais duráveis e cabem em modernos circuitos eletrônicos, além da eficiência por geração de luz, produzindo pouco calor, ou seja, uma porcentagem alta de energia elétrica está indo diretamente a geração da luz. (COTRIM, 2009).

Existem vários tipos de LED e vários tipos de lâmpadas com iluminação LED, dentro dos tipos de LED podemos citar os OLED (LED orgânicos), COLED (LED orgânicos com cavidades ópticas) e o LED inorgânicos ultra finos.

3 – COMPARATIVO ENTRE AS LÂMPADAS

Após realizarmos o referencial teórico, chegamos à escolha de algumas lâmpadas que poderão substituir as encontradas na escola pública municipal abc. Portanto, faremos um demonstrativo das existentes e das que poderiam ser utilizadas, analisando seus respectivos custos benefícios.

Para desenvolvermos esse comparativo, escolhemos lâmpadas dos modelos fluorescente tubular T8, T5, LED de 120 cm e 60 cm e LED compacta, sabendo que a escola pública municipal abc utiliza modelos de lâmpadas T10 fluorescentes tubulares de 120 cm de 40W, lâmpadas fluorescentes tubulares de 60 cm de 20W e fluorescentes compactas de 15W.

Foram coletados os dados da instituição e contabilizados os pontos de iluminação, de acordo com cada local, o tipo de lâmpada a ser utilizada e a quantidade de dias e horas que elas geralmente funcionam.

Abaixo, segue a tabela com os pontos de luz e as quantidades de lâmpadas que ficam ligadas com suas determinadas potências.

Local	Quantidade de lâmpadas			Tempo de uso
	T10 40W	T10 20W	Fluorescente compacta 15W	
Secretaria	3	1	2	12 horas
Sala professores	2	1	-	12 horas
Sala de aula	48	-	-	12 horas
Sala informática	12	-	-	12 horas
Cozinha	2	-	1	12 horas
Corredores	-	23	-	8 horas
Pátio	16	6	-	8 horas
Banheiros	8	4	8	1 hora
Almoxarifado	2	-	-	1 hora

Tabela 8: Quadro da quantidade de lâmpadas por local.
Fonte: Autoria própria.

De acordo com a tabela acima, a instituição de ensino possui um somatório de 93 lâmpadas fluorescente tubular T10 de 40W de 120 cm, 35 lâmpadas

fluorescente tubular T10 de 20w de 60 cm e 11 lâmpadas fluorescente compactas de 15W.

O presente trabalho não segue a norma NBR 5413, apenas o intuito de substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares de modelo T10 de 120 cm e 60 cm por lâmpadas fluorescentes tubulares de modelos T8, T5 de 120 cm e 60 cm ou lâmpadas tubulares LED de 120 cm e 60 cm para ambientes de sala de aula, corredores e pátio e lâmpadas fluorescentes compactas por lâmpadas LED compactas em secretarias e banheiros, pois, essas lâmpadas de modelo T10 e fluorescentes compactas já estão no local e funcionando, nosso trabalho visa analisar a compensação de substituí-las no impacto financeiro e economia, fazendo a correção da potência ativa e dos lúmens das lâmpadas equiparando-as.

Na tabela abaixo, vamos analisar os dados técnicos de cada lâmpada para prosseguirmos com a comparação:

Tipos de lâmpadas	Potência (W)	lúmens (lm)	Temperatura de cor (K)	Vida útil (horas)	Eficiência luminosa (lm/W)	Valor (R\$)
T10 tubular 120 cm	40W	2930 lm	6500K	8000h	73 lm/W	R\$ 4,20
T8 tubular 120 cm	32W	2350 lm	6500K	8000h	74 lm/W	R\$ 4,20
T5 tubular 116 cm	28W	2660 lm	6500K	25000h	95 lm/W	R\$ 4,20
LED tubular 120 cm	20W	1900 lm	6000K	50000h	95 lm/W	R\$ 63,05
T10 tubular 60 cm	20W	1600 lm	6500K	8000h	53 lm/W	R\$ 4,20
T8 tubular 60 cm	16W	1200 lm	6500K	8000h	75 lm/W	R\$ 4,20
T5 tubular 56 cm	14W	1162 lm	6500K	25000h	83 lm/W	R\$ 3,15
LED tubular 60 cm	10W	950 lm	6000K	50000h	95 lm/W	R\$ 42,00
Lâmpada Fluorescente Compacta	15W	874 lm	6400K	6000h	58,8 lm/W	R\$ 5,78
LED. compacta	10W	800 lm	6500K	50000h	80 lm/W	R\$ 20,95

Tabela 9: Dados técnicos das lâmpadas.

Fonte: Autoria própria.

Após compararmos as lâmpadas, faremos um ajustamento da quantidade de lumens, da potência e do valor unitário de cada lâmpada. Esse ajustamento será feito com as lâmpadas de tamanhos iguais pegando a de maior fluxo luminoso para correção das equivalentes.

Para ajustarmos as lâmpadas utilizaremos a seguinte equação:

$$\left(\frac{\text{Lâmpada}_{\text{maior lúmens}}}{\text{Lâmpada}_{\text{correção lúmens}}} - 1 \right) * 100 = \text{correção \%}$$

Lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm para lâmpada fluorescente tubular T8 de 120 cm.

$$\left(\frac{2930lm}{2350lm} - 1\right) * 100 = 24,68\%$$

Lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm para lâmpada fluorescente tubular T5 de 116 cm

$$\left(\frac{2930lm}{2660lm} - 1\right) * 100 = 10,15\%$$

Lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm para lâmpada tubular LED de 120 cm

$$\left(\frac{2930lm}{1900lm} - 1\right) * 100 = 54,21\%$$

Lâmpada fluorescente tubular T10 de 60 cm para lâmpada fluorescente tubular T8 de 60 cm

$$\left(\frac{1600lm}{1200lm} - 1\right) * 100 = 33,33\%$$

Lâmpada fluorescente tubular T10 de 60 cm para lâmpada fluorescente tubular T5 de 56 cm

$$\left(\frac{1600lm}{1162lm} - 1\right) * 100 = 37,69\%$$

Lâmpada fluorescente tubular T10 de 60 cm para lâmpada tubular LED de 60 cm

$$\left(\frac{1600lm}{950lm} - 1\right) * 100 = 68,42\%$$

Comparação com as lâmpadas fluorescente compactas com lâmpada LED compacta.

$$\left(\frac{874lm}{800lm} - 1\right) * 100 = 9,25\%$$

Após os cálculos, chegamos à porcentagem de correção de cada lâmpada analisada e efetuamos os cálculos utilizando essa margem para corrigir o valor de potência ativa (W) e o valor em reais (R\$) para posterior tabela.

Equação para correção da potência ativa (W) e valor em reais (R\$)

$$\left(\frac{W}{100}\right) * \% \text{ corrigida} + W = \text{Correção (W)}$$

Em anexo todos os cálculos de correção da potência ativa (W) na página 67.

Abaixo encontra-se a tabela com a potência e com os valores corrigidos com o fluxo luminoso.

Tipos de lâmpadas	Potência (W)	Lúmens (lm)	Valor (R\$)
T10 tubular 120 cm	40W	2930	R\$ 4,20
T8 tubular 120 cm	39,89W	2930	R\$ 5,23
T5 tubular 116 cm	30,84W	2930	R\$ 4,62
LED tubular 120 cm	30,84W	2930	R\$ 99,22
T10 tubular 60 cm	20W	1600	R\$ 4,20
T8 tubular 60 cm	21,33W	1600	R\$ 5,60
T5 tubular 56 cm	19,26W	1600	R\$ 4,33
LED tubular 60 cm	16,84W	1600	R\$ 70,73
Lâmpada Fluorescente Compacta	15W	874	R\$ 5,78
LED. compacta	10,92W	874	R\$ 22,88

Tabela 10: Correção das lâmpadas.
Fonte: Autoria própria.

Na correção da potência, na tabela acima, a lâmpada fluorescente tubular T10 das lâmpadas de 120 cm ficou com a maior potência, entretanto, a lâmpada fluorescente tubular T8 de 60 cm teve a maior potência após a correção entre as lâmpadas de 60 cm, enquanto a lâmpada tubular LED de 120 cm, após sua correção, teve seu valor igual a lâmpada fluorescente tubular T5 de 116 cm, a lâmpada tubular LED de 60 cm e compacta LED ficaram com a menor potência após a correção.

Na correção de valor, de acordo com a tabela acima, as lâmpadas mais caras foram a LED tubular de 120 cm e 60 cm e a LED compacta. As mais baratas foram

as T10 de 120 cm e 60 cm, e, entre as lâmpadas compactas, a fluorescente tem o menor preço.

3.1 – COMPARATIVO DE PREÇO

Por ser uma escola pública municipal abc, é impossível prescrever um valor exato do custo de cada item, pois, para se efetuar qualquer compra, são necessárias licitações, cujos preços, que variam de acordo com a quantidade e marca, são expostos no ato dessas. Faremos os demonstrativos com os preços de valor unitário de mercado.

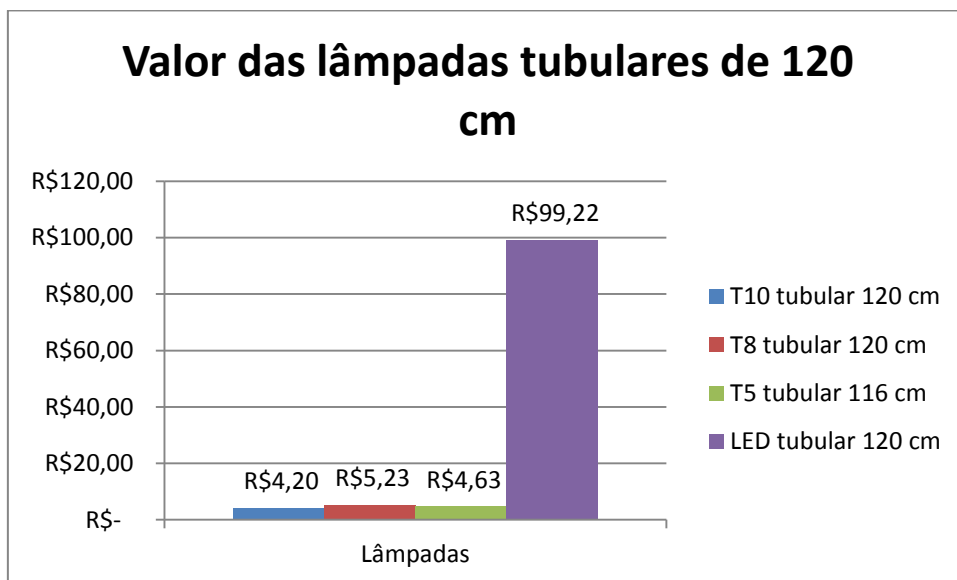


Gráfico 2.

Fonte: Autoria própria.

O gráfico acima demonstra os valores das lâmpadas fluorescentes e LED tubulares de comprimento de 120 cm, com valor corrigido conforme Tabela 10.

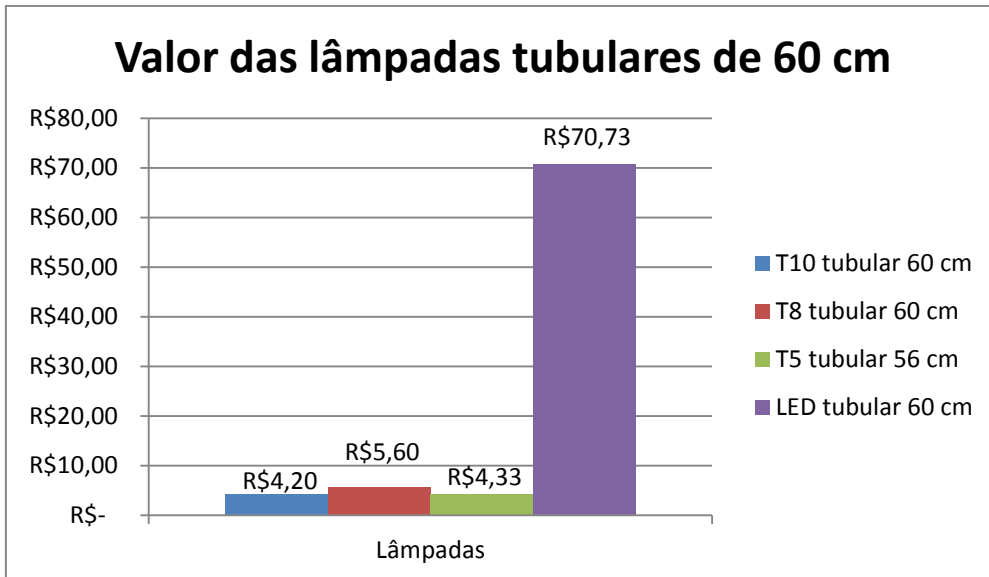


Gráfico 3.
Fonte: Autoria própria.

O gráfico acima corresponde aos valores das lâmpadas fluorescentes e LED tubulares de comprimento de 60 cm, com valor corrigido conforme Tabela 10.

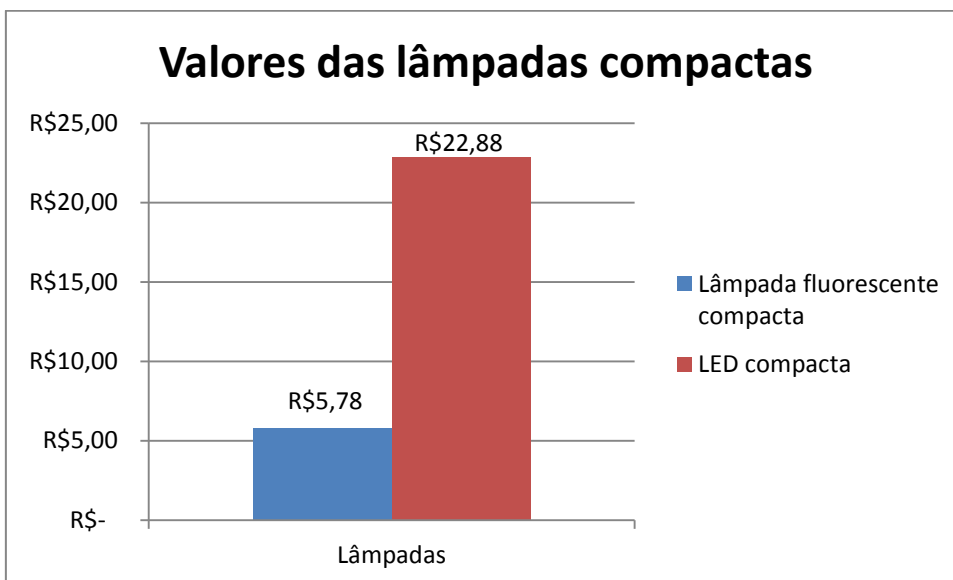


Gráfico 4.
Fonte: Autoria própria.

O gráfico acima corresponde aos valores das lâmpadas fluorescentes e LED compactas, com valor corrigido conforme Tabela 10.

3.2 – COMPARATIVO DA EFICIÊNCIA LUMINOSA.

A partir dos dados técnicos das lâmpadas, o gráfico apresenta uma comparação da eficiência luminosa, a fim de obter a que possui a melhor.

A tabela abaixo demonstra a eficiência luminosa das lâmpadas de 120 cm.

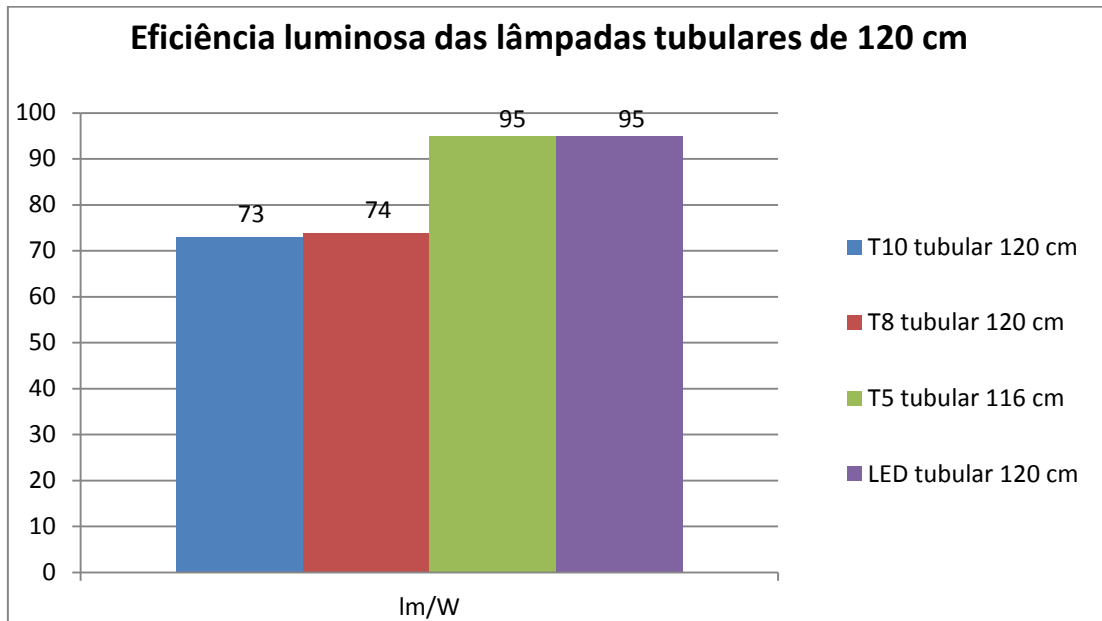


Gráfico 5.

Fonte: Autoria própria.

Pode-se notar que as lâmpadas tubulares T5 de 120 cm e LED de 120 cm correspondem a maior eficiência luminosa diante das demais lâmpadas analisadas.

A tabela abaixo demonstra a eficiência luminosa das lâmpadas de 60 cm.

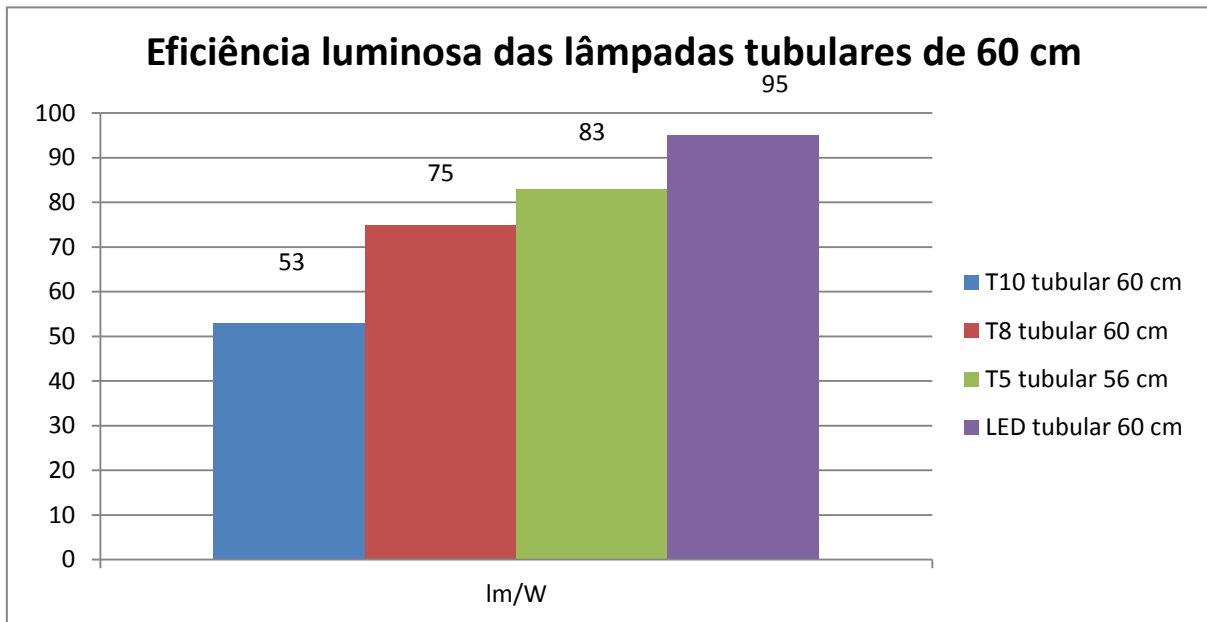


Gráfico 6.
Fonte: Autoria própria.

Já no gráfico da página anterior, pode-se notar que a lâmpada LED tubular de 60 cm obteve uma maior eficiência luminosa.

A tabela abaixo demonstra a eficiência luminosa das lâmpadas compactas

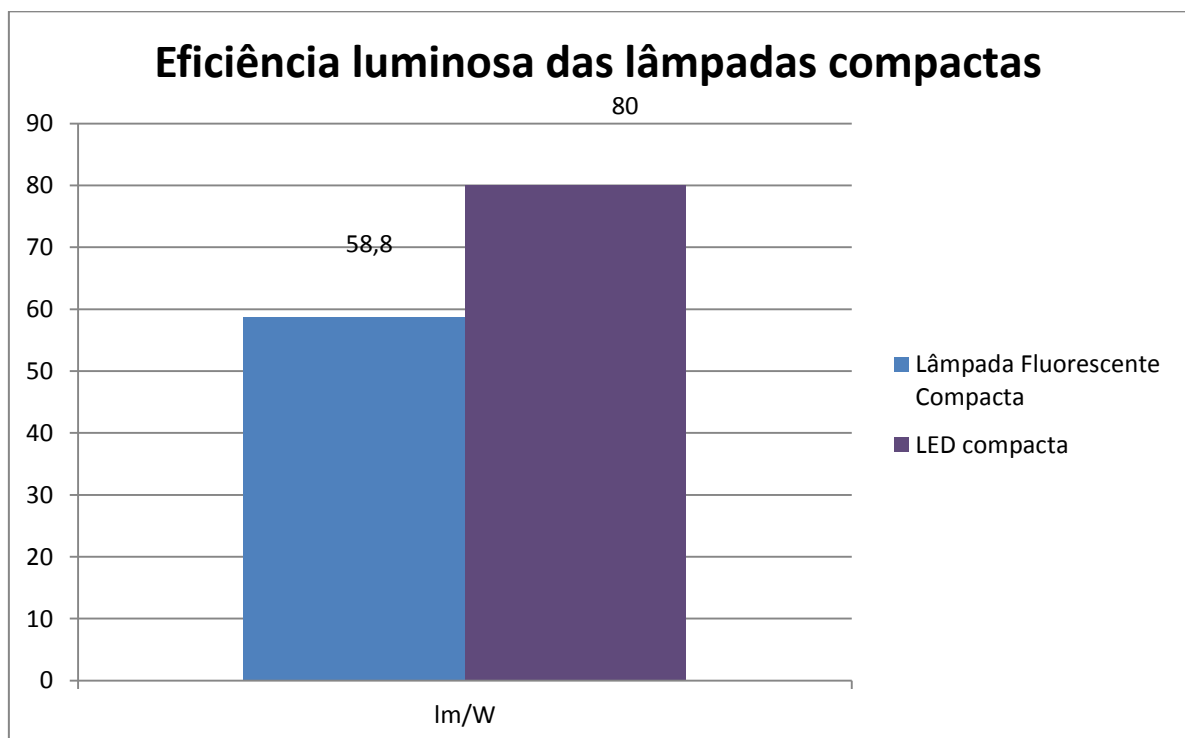


Gráfico 7.
Fonte: Autoria própria.

Na tabela acima, a lâmpada LED compacta foi a que obteve maior eficiência luminosa.

Diante de todas as tabelas analisadas podemos destacar a lâmpada LED, tanto tubular quanto compacta, como a maior eficiência luminosa.

3.3 - ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DAS LÂMPADAS.

Realizaremos um comparativo da vida útil de cada lâmpada em questão e demonstraremos, após os cálculos, o tempo de uso na instituição. Depois, confrontaremos as lâmpadas analisadas, sabendo que os tempos de vida útil utilizados nos cálculos são referentes aos dados técnicos do fabricante.

Abaixo segue uma tabela com os dados técnicos do fabricante sobre a vida útil das lâmpadas.

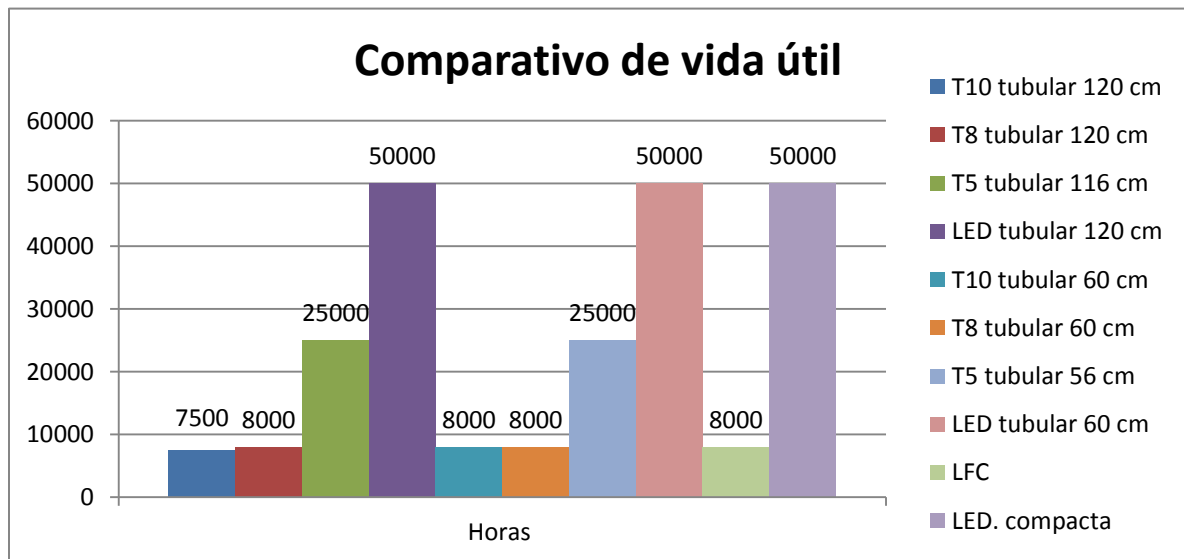


Gráfico 8.

Fonte: Autoria própria.

Podemos concluir, de acordo com a tabela, que as lâmpadas LED têm uma vantagem significativa sobre as demais no quesito vida útil.

3.4 – ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DAS LÂMPADAS

Para calcular a quantidade de lâmpadas a serem substituídas em um período de tempo, é necessário utilizarmos a vida útil das lâmpadas, a quantidade de horas de funcionamento e o período de tempo analisado.

Como temos lâmpadas que funcionam em horários diferentes e quantidades de dias diferentes, de acordo com o local onde funcionam, utilizaremos os dados da tabela da vida útil do item 3.3 para analisarmos a substituição das lâmpadas.

Neste caso, vamos analisar somente a substituição das lâmpadas, sabendo que as fluorescentes tubulares utilizam reatores para seu funcionamento.

Para o cálculo utilizaremos a seguinte equação:

$$Vida\ útil = \frac{Total_{vida\ útil\ horas}}{Horas\ utilizadas\ x\ dias_{utilizados}} = meses$$

Para sabermos a quantidade de meses de vida útil que a lâmpada terá, temos que utilizar o total da vida útil em horas, dado pelo fabricante, e dividirmos pelo total de horas usadas por dia multiplicado pela média de quantidade de dias utilizados, para, então, encontramos a quantidade de meses que a lâmpada funcionará.

Para sabermos a quantidade de dias que as lâmpadas foram utilizadas na instituição, usaremos os dias de funcionamento da lâmpada de acordo com o ambiente e dividiremos pela quantidade de meses do ano, assim acharemos a média da quantidade de dias que elas serão utilizadas.

Utilizaremos a seguinte equação:

$$Média = \frac{Dias_{funcionamento\ anual}}{12\ mês} = Dias_{utilizados}$$

Essa equação dará a quantidade de dias utilizados por cada lâmpada. Sabendo que as lâmpadas em determinado ambiente funcionam em horários e em

quantidades de dias diferentes, faremos o cálculo para cada ambiente que as lâmpadas funcionam com o mesmo tempo de uso.

Cálculo para as lâmpadas fluorescentes tubulares T10, T8, T5 e LED de 120 cm e 60 cm, lâmpada fluorescente compacta e lâmpada LED compacta com funcionamento de 12 horas por 200 dias ao ano.

Cálculo lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{12 \times 16,67} = 39,99\ meses$$

Anexo os demais cálculos na página 69.

Cálculo para as lâmpadas fluorescentes tubulares T10, T8, T5 e LED de 120 cm e 60 cm, lâmpada fluorescente compacta e lâmpada LED compacta com funcionamento de 8 horas por 365 dias ao ano.

Cálculo lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{8 \times 30} = 33,33\ meses$$

Em anexo os cálculos das demais lâmpadas na página 70.

Cálculo para as lâmpadas fluorescentes tubulares T10, T8, T5 e LED de 120 cm e 60 cm, lâmpada fluorescente compacta e lâmpada LED compacta com funcionamento de 1 hora por 365 dias ao ano.

$$Vida\ útil = \frac{8000}{1 \times 30} = 266,66\ meses$$

Em anexo os cálculos das demais lâmpadas na página 71.

Tipos de lâmpadas	Meses
Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm com 12 horas	39,99
Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm com 12 horas	39,99
Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm com 12 horas	124,98
Lâmpada fluorescente tubular LED 120 cm com 12 horas	249,95
Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm com 12 horas	39,99
Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm com 12 horas	39,99
Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm com 12 horas	124,98
Lâmpada fluorescente tubular LED 60 cm com 12 horas	249,95
Lâmpada fluorescente compacta com 12 horas	29,99
Lâmpada LED compacta com 12 horas	249,95
Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm com 8 horas	33,33
Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm com 8 horas	33,33
Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm com 8 horas	104,16
Lâmpada fluorescente tubular LED 120 cm com 8 horas	208,33
Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm com 8 horas	33,33
Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm com 8 horas	33,33
Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm com 8 horas	104,16
Lâmpada fluorescente tubular LED 60 cm com 8 horas	208,33
Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm com 1 hora	266,66
Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm com 1 hora	266,66
Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm com 1 hora	833,33
Lâmpada fluorescente tubular LED 120 cm com 1 hora	1666,66
Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm com 1 hora	266,66
Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm com 1 hora	266,66
Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm com 1 hora	833,33
Lâmpada fluorescente tubular LED 60 cm com 1 hora	1666,66
Lâmpada fluorescente compacta com 1 hora	200
Lâmpada LED compacta com 1 hora	1666,66

Tabela 11: Duração das lâmpadas em meses
 Fonte: Autoria própria.

A tabela 11 mostra o resultado das equações listadas acima, discriminando a quantidade de horas de funcionamento e a duração, em meses, das lâmpadas de acordo com o ambiente em que estão inseridas.

3.5 – CONSUMO DE ENERGIA

Vamos analisar o consumo de energia das lâmpadas citadas, sabendo que a instituição é de ensino, as lâmpadas das salas de aula, almoxarifado, secretaria e sala dos professores, por base no calendário escolar, são utilizadas 200 dias por ano, num período de 12 horas diárias, as luzes do banheiro em média 1 hora por dia, 365 dias por ano, e as luzes do pátio e corredores num período de 8 horas diárias durante todo o ano.

Tendo em mãos esses dados, podemos fazer um cálculo do consumo de cada tipo de lâmpada, em períodos de 30 dias, e ao longo prazo de 10 anos, para analisarmos a economia e o custo benefício.

A taxa de kWh cobrada pela Cemig na escola pública municipal abc é de 0,50836112, com impostos, e de 0,39642000, sem impostos. Utilizaremos a taxa com impostos nos cálculos.

Para fazermos este cálculo, utilizaremos a equação:

Equação:

$$consumo = \frac{potência_{total} \times horas_{dia} \times dias_{mês}}{1000}$$

Lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm:

$$consumo = \frac{40 \times 12 \times 16,67}{1000} = 8,00 \text{ kw/h}$$

$$consumo = \frac{40 \times 8 \times 30}{1000} = 9,60 \text{ kw/h}$$

$$consumo = \frac{40 \times 1 \times 30}{1000} = 1,20 \text{ kw/h}$$

Os demais cálculos estão em anexo na página 72.

Após calcularmos, juntamos os dados e os colocamos na tabela abaixo:

Tipos de lâmpadas	Horas	Quantidade	Consumo unitário (kw/h)	Consumo total (kw/h)
T10 120 cm	12 horas	67	8	536
T10 120 cm	8 horas	16	9,6	153,6
T10 120 cm	1 hora	10	1,2	12
T10 60 cm	12 horas	2	4	8
T10 60 cm	8 horas	29	4,8	139,2
T10 60 cm	1 hora	4	0,6	2,4
Total				851,2

Tipos de lâmpadas	Horas	Quantidade	Consumo unitário (kw/h)	Consumo total (kw/h)
T8 120 cm	12 horas	67	7,98	534,66
T8 120 cm	8 horas	16	9,57	153,12
T8 120 cm	1 hora	10	1,2	12
T8 60 cm	12 horas	2	4,27	8,54
T8 60 cm	8 horas	29	5,12	148,48
T8 60 cm	1 hora	4	0,64	2,56
Total				859,36

Tipos de lâmpadas	Horas	Quantidade	Consumo unitário (kw/h)	Consumo total (kw/h)
T5 116 cm	12 horas	67	6,17	413,39
T5 116 cm	8 horas	16	7,4	118,4
T5 116 cm	1 hora	10	0,93	9,3
T5 56 cm	12 horas	2	3,85	7,7
T5 56 cm	8 horas	29	4,62	133,98
T5 56 cm	1 hora	4	0,58	2,32
Total				685,09

Tipos de lâmpadas	Horas	Quantidade	Consumo unitário (kw/h)	Consumo total (kw/h)
LED 120 cm	12 horas	67	6,17	413,39
LED 120 cm	8 horas	16	7,4	118,4
LED 120 cm	1 hora	10	0,93	9,3
LED 60 cm	12 horas	2	3,37	6,74
LED 60 cm	8 horas	29	4,04	117,16
LED 60 cm	1 hora	4	0,51	2,04
Total				667,03

Tipos de lâmpadas	Horas	Quantidade	Consumo unitário (kw/h)	Consumo total (kw/h)
Lâm. fluorescente c.	12 horas	1	3	3
Lâm. fluorescente c.	1 hora	8	0,45	3,6
Total				6,6

Tipos de lâmpadas	Horas	Quantidade	Consumo unitário (kw/h)	Consumo total (kw/h)
LED compacta	12 horas	1	2,18	2,18
LED compacta	1 hora	8	0,33	2,64
Total				4,82

Tabela 12: Consumo das lâmpadas.
Fonte: Autoria própria.

Foi selecionado cada tipo de lâmpada, a quantidade de horas de funcionamento, a quantidade de lâmpadas que funcionam nas determinadas horas, o consumo da potência ativa (unitário mensal) e o total consumido pela quantidade de lâmpadas por mês.

Após tirarmos uma conclusão da tabela acima, podemos estabelecer um gráfico para analisar o consumo mensal de cada tipo de lâmpada. Ambas funcionando no mesmo período de tempo.

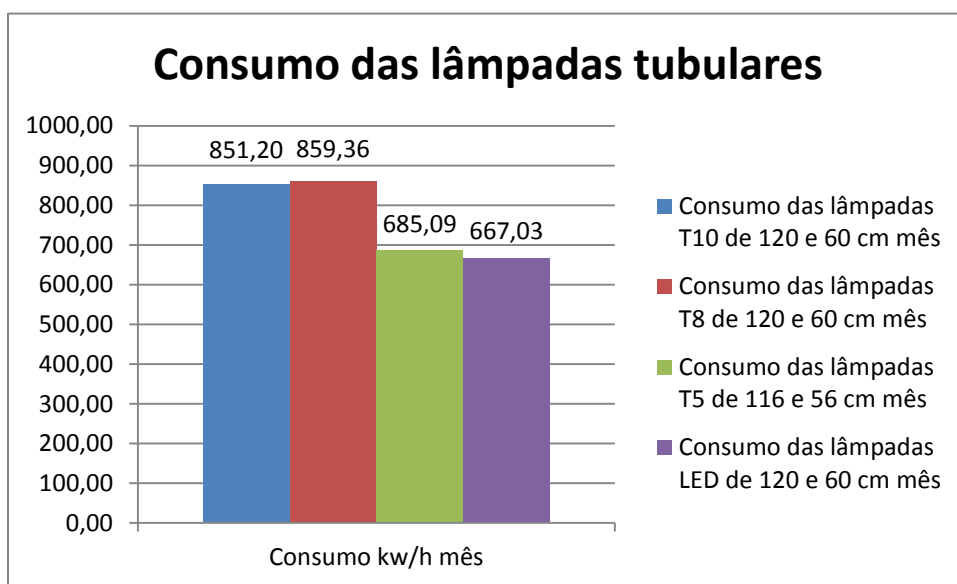


Gráfico 9.
Fonte: Autoria própria.

Esse gráfico acima demonstra um consumo mensal de cada tipo de lâmpada, podemos analisar que dentre as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 120 cm e 60 cm e as lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 120 cm e 60 cm não é viável a troca, pois, haveria um aumento de consumo de 8,16 kWh. Das lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 120 cm e 60 cm para as lâmpadas fluorescentes tubulares T5 de 116 cm e 56 cm, seria viável a troca, pois haverá uma economia de consumo de 116,11 kWh. Na troca das lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 120 cm e 60 cm pelas lâmpadas tubulares LED de 120 cm e 60 cm, há uma economia significativa de 184,17 kWh, tornando-se a mais econômica dentre todas, em termos de consumo de energia.

Abaixo segue o gráfico das lâmpadas compacta fluorescente e LED.

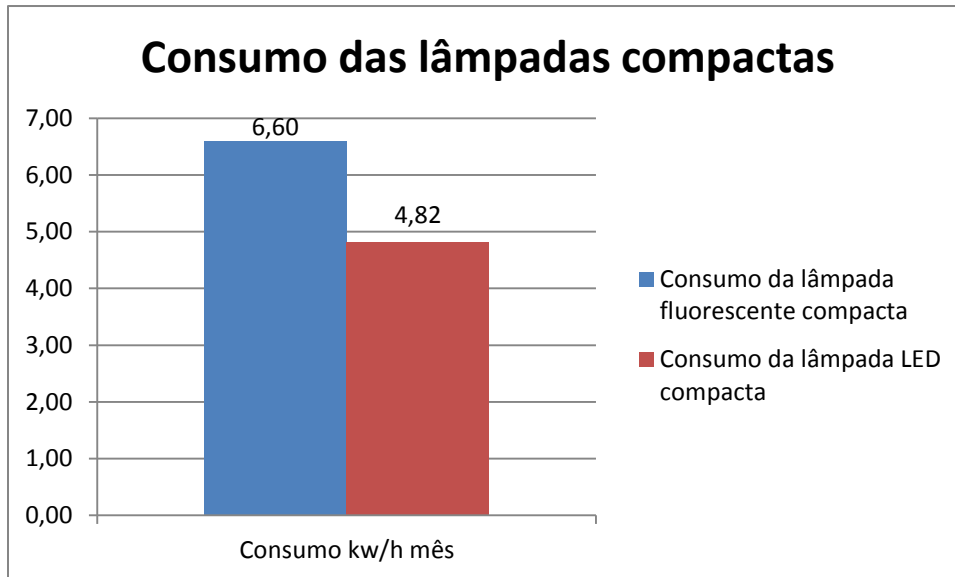


Gráfico 10.
Fonte: Autoria própria.

No gráfico acima, confrontando as lâmpadas compactas, podemos analisar que a lâmpada LED teve uma maior economia de consumo (1,78kWh) em relação a lâmpada fluorescente compacta.

Substituindo todas as lâmpadas T10 que se encontram na escola pública municipal abc pelas lâmpadas tubulares LED e lâmpada LED compacta, teríamos uma economia total de 185,95 kWh, sendo que as lâmpadas LED são muito mais econômicas que as outras.

3.6 – COMPARATIVO DA SUBSTITUIÇÃO DAS LÂMPADAS

Vamos comparar as lâmpadas num período de 10 anos e calcular quantas vezes a reposição dessas será utilizada nesse período de tempo.

Para calcularmos usaremos a seguinte equação:

$$Reposição = \frac{Quantidade_{horas\ utilizadas\ em\ 10\ anos}}{Vida\ útil_{Lâmpada\ dada\ pelo\ fabricante}} = Quantidade\ de\ substituição$$

Lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm

$$\text{Reposição} = \frac{24.004,80}{8000} = 3 \text{ reposições}$$

Os demais cálculos estão em anexo na página 75.

Como podemos ver, num período de 10 anos, foi necessário substituir 3 vezes a lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm, que funcionava num período de 12 horas, 16,67 dias por mês.

Tipos de lâmpadas	Reposição
Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm com 12 horas	3
Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm com 12 horas	3
Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm com 12 horas	0,96
Lâmpada fluorescente tubular LED 120 cm com 12 horas	0,48
Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm com 12 horas	3
Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm com 12 horas	3
Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm com 12 horas	0,96
Lâmpada fluorescente tubular LED 60 cm com 12 horas	0,48
Lâmpada fluorescente compacta com 12 horas	4
Lâmpada LED compacta com 12 horas	0,48
Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm com 8 horas	3,6
Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm com 8 horas	3,6
Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm com 8 horas	1,15
Lâmpada fluorescente tubular LED 120 cm com 8 horas	0,58
Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm com 8 horas	3,6
Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm com 8 horas	3,6
Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm com 8 horas	1,15
Lâmpada fluorescente tubular LED 60 cm com 8 horas	0,58
Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm com 1 hora	0,45
Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm com 1 hora	0,45
Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm com 1 hora	0,14
Lâmpada fluorescente tubular LED 120 cm com 1 hora	0,07
Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm com 1 hora	0,45
Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm com 1 hora	0,45
Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm com 1 hora	0,14
Lâmpada fluorescente tubular LED 60 cm com 1 hora	0,07
Lâmpada fluorescente compacta com 1 hora	0,6
Lâmpada LED compacta com 1 hora	0,07

Tabela 13: Reposição das lâmpadas.
Fonte: Autoria própria.

A tabela acima demonstra que as lâmpadas tubulares LED de 120 cm e 60 cm têm a menor taxa de reposição entre as demais, enquanto as lâmpadas

fluorescentes tubulares T10 e T8 de 120 cm e 60 cm têm a maior taxa de reposição. Em comparação com as lâmpadas compactas, a lâmpada LED também possui a menor taxa de reposição que a lâmpada fluorescente compacta.

3.7 – COMPARATIVO DO INVESTIMENTO FINANCEIRO E CUSTO BENEFÍCIO.

Vamos analisar nesse item os valores das lâmpadas em preço unitário corrigido de acordo com o gráfico abaixo:

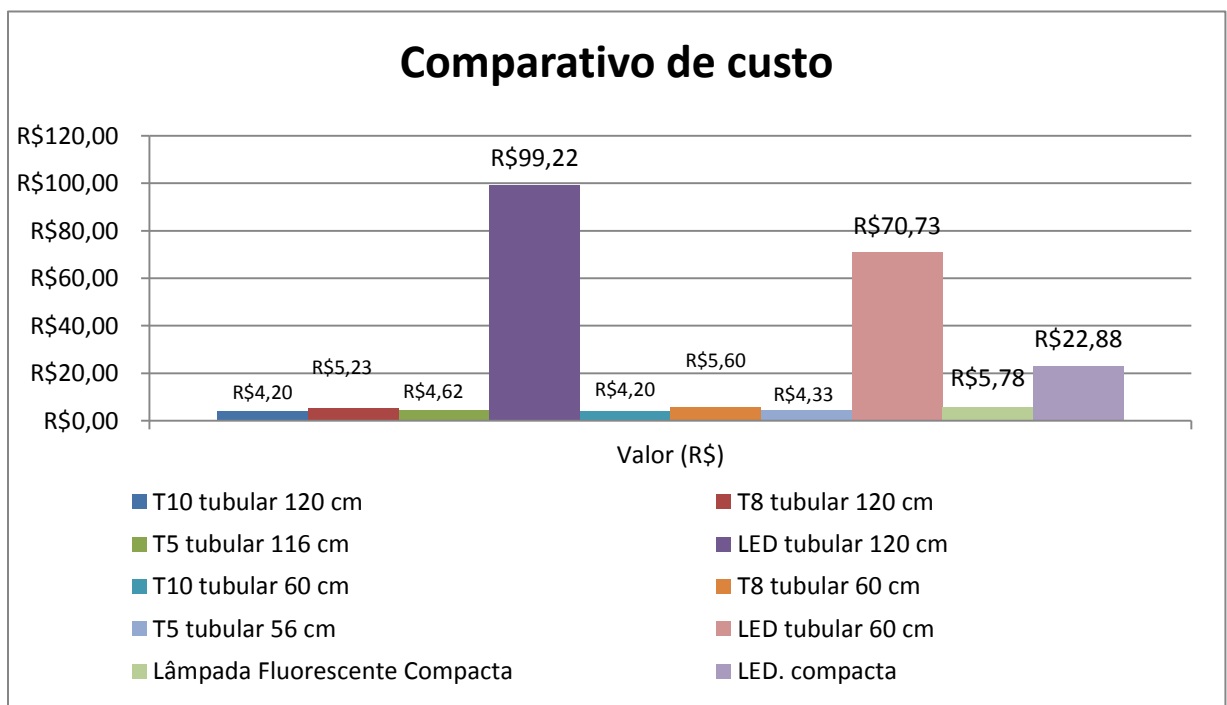


Gráfico 11.

Fonte: Autoria própria.

Podemos destacar que as lâmpadas tubulares LED de 120 cm, 60 cm e compacta LED possuem um maior valor de custo financeiro em comparação com as demais lâmpadas. Confrontaremos todas elas nos quesitos economia, vida útil, reposição e investimento, para analisarmos qual terá o melhor custo benefício.

Vamos analisar a seguinte tabela para que possamos ter uma base de cálculo e destacar qual lâmpada será mais eficiente tanto na economia quanto no custo benefício.

Na escola pública municipal abc utiliza-se o modelo de lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm. Confrontando as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 120 cm e T8 de 120 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Valor (R\$)	kw/h (mês)	Vida útil (horas)	Total reposição (10 anos)
T10 tubular 120 cm	R\$ 4,20	18,80	8000h	7,05
T8 tubular 120 cm	R\$ 5,23	18,75	8000h	7,05

Tabela 14: Comparativo T10/T8, 120 cm
Fonte: Autoria própria.

Dentre esses dois modelos, podemos ver que o custo da lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm é R\$1,03 mais barato e 0,05 kWh mais econômica por mês, apresentando o mesmo tempo de vida útil e reposição que a lâmpada fluorescente tubular T8 de 120 cm.

Contraopondo as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 120 cm e T5 de 116 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Valor (R\$)	kw/h (mês)	Vida útil (horas)	Total reposição (10 anos)
T10 tubular 120 cm	R\$ 4,20	18,80	8000h	7,05
T5 tubular 116 cm	R\$ 4,62	14,50	25000h	2,25

Tabela 15: Comparativo T10/T5.
Fonte: Autoria própria.

Dentre esses dois modelos, podemos ver que o custo da lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm é R\$0,42 mais barato, em compensação, a lâmpada fluorescente tubular T5 de 116 cm é mais econômica 4,30 kWh por mês e tem 3,13 vezes mais vida útil, necessitando de 4,80 reposições a menos que a lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm.

Contraopondo as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 e LED, ambas de 120 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Valor (R\$)	kw/h (mês)	Vida útil (horas)	Total reposição (10 anos)
T10 tubular 120 cm	R\$ 4,20	18,80	8000h	7,05
LED tubular 120 cm	R\$ 99,22	14,50	50000h	1,13

Tabela 16: Comparativo T10/LED, 120 cm.
Fonte: Autoria própria.

Dentre esses dois modelos, podemos ver que o custo da lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm é R\$95,02 mais barato, em compensação, a lâmpada tubular LED é 4,30 kWh mais econômica por mês e tem 6,25 vezes mais vida útil, necessitando de 5,92 reposições a menos que a lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm.

Confrontando as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 e T8, ambas de 60 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Valor (R\$)	kw/h (mês)	Vida útil (horas)	Total reposição (10 anos)
T10 tubular 60 cm	R\$ 4,20	9,40	8000h	7,05
T8 tubular 60 cm	R\$ 5,60	10,03	8000h	7,05

Tabela 17: Comparativo T10/T8, 60 cm.
Fonte: Autoria própria.

Dentre esses dois modelos, podemos ver que o custo da lâmpada fluorescente tubular T10 de 60 cm é R\$1,40 mais barato, em compensação, a lâmpada fluorescente tubular T8 é 0,63 kWh menos econômica por mês, tendo mesmo tempo de vida útil e reposição.

Confrontando as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 60 cm e T5 de 56 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Valor (R\$)	kw/h (mês)	Vida útil (horas)	Total reposição (10 anos)
T10 tubular 60 cm	R\$ 4,20	9,40	8000h	7,05
T5 tubular 56 cm	R\$ 4,33	9,05	25000h	2,25

Tabela 18: Comparativo T10 e T5.
Fonte: Autoria própria.

Dentre esses dois modelos, podemos ver que o custo da lâmpada fluorescente tubular T10 de 60 cm é R\$0,13 mais barato, em compensação, a lâmpada fluorescente tubular T5 de 56 cm é mais econômica 0,35 kWh por mês e tem 3,13 vezes mais vida útil, necessitando de 4,80 reposições a menos que a lâmpada fluorescente tubular T10 de 120 cm.

Contraopondo as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 e LED, ambas de 60 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Valor (R\$)	kw/h (mês)	Vida útil (horas)	Total reposição (10 anos)
T10 tubular 60 cm	R\$ 4,20	9,40	8000h	7,05
LED tubular 60 cm	R\$ 70,73	7,95	50000h	1,13

Tabela 19: Comparativo T10 e LED, 60 cm.
Fonte: Aatoria própria.

Dentre esses modelos, podemos ver que o custo da lâmpada fluorescente tubular T10 de 60 cm é R\$66,53 mais barato, em compensação, a lâmpada tubular LED de 60 cm é mais econômica 1,45 kWh por mês e tem 6,25 vezes mais vida útil, necessitando de 5,92 reposições a menos que a lâmpada fluorescente tubular T10 de 60 cm.

Confrontando a lâmpada fluorescente compacta com a lâmpada compacta LED, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Valor (R\$)	kw/h (mês)	Vida útil (horas)	Total reposição (10 anos)
Lâmpada Fluorescente Compacta	R\$ 5,78	3,45	6000h	4,60
LED. compacta	R\$ 22,88	2,51	50000h	0,55

Tabela 20: Comparativo entre compactas.
Fonte: Aatoria própria.

Dentre esses dois modelos, podemos ver que o custo da lâmpada fluorescente compacta é R\$17,10 mais barato, em compensação, a lâmpada compacta LED é mais econômica 0,94 kWh por mês e tem 8,33 vezes mais vida útil, necessitando de 4,05 reposições a menos que a lâmpada fluorescente compacta.

Na tabela abaixo, colocaremos o gasto das lâmpadas em kWh no período de 10 anos.

Tipos de lâmpadas	Valor kWh	Valor em 10 anos
T10 tubular 120 cm	0,50836112	R\$ 42.799,94
T8 tubular 120 cm	0,50836112	R\$ 42.688,80
T5 tubular 116 cm	0,50836112	R\$ 33.008,29
LED tubular 120 cm	0,50836112	R\$ 33.008,29
T10 tubular 60 cm	0,50836112	R\$ 9.734,40
T8 tubular 60 cm	0,50836112	R\$ 9.126,10
T5 tubular 56 cm	0,50836112	R\$ 8.784,48
LED tubular 60 cm	0,50836112	R\$ 7.682,76
Lâmpada Fluorescente Compacta	0,50836112	R\$ 402,62
LED. compacta	0,50836112	R\$ 294,04

Tabela 21: Comparativo de gasto de kWh em 10 anos.

Fonte: Autoria própria.

Dentre os modelos de lâmpadas acima, destaca-se que, dentre as lâmpadas de 120 cm, a fluorescente tubular T5 apresentou o menor consumo de energia. Já entre as lâmpadas de 60 cm, tanto tubular quanto compacta, a LED obteve o menor consumo.

Sabendo que o reator tem vida útil de 50.000 horas em condições normais de uso, seu preço médio é de R\$ 28,90. Em um período de 10 anos, o reator será trocado 2 vezes, dobrando o seu custo para R\$ 57,80 por ponto de luz que utilizar lâmpadas fluorescentes tubulares.

Confrontando as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 e T8, ambas de 120 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Investimento total (R\$) 10 anos	kWh (mês)	kWh (10 anos)
Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm	R\$ 6.480,42	R\$ 356,67	R\$ 42.799,94
Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm	R\$ 6.751,42	R\$ 355,74	R\$ 42.688,80
Total	-R\$ 271,00	R\$ 0,93	R\$ 111,14

Tabela 22: Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada T8 120 cm).

Fonte: Autoria própria.

A substituição da lâmpada fluorescente tubular T8 de 120 cm não é viável, pois haveria uma economia mínima de R\$ 111,14 reais em um período de 10 anos, ou seja, economia insignificante se comparada ao longo período de tempo, não recuperando nem mesmo o investimento nesse mesmo período.

Contraopondo as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 120 cm e T5 de 116 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Investimento total (R\$) 10 anos	kWh (mês)	kWh (10 anos)
Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm	R\$ 6.480,42	R\$ 356,67	R\$ 42.799,94
Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm	R\$ 5.768,22	R\$ 275,07	R\$ 33.008,29
Total	R\$ 712,20	R\$ 81,60	R\$ 9.791,65

Tabela 23: Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada T5 116 cm).
Fonte: Autoria própria.

A substituição da lâmpada fluorescente tubular T5 de 116 cm é viável, pois a troca representa uma economia de R\$ 9.781,65 em um período de 10 anos, ou seja, uma economia alta, sendo o retorno do investimento garantido em um período de aproximadamente 5 anos e 9 meses.

Confrontando a lâmpada fluorescente tubular T10 com a LED, ambas de 120 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Investimento total (R\$) 10 anos	kWh (mês)	kWh (10 anos)
Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm	R\$ 6.480,42	R\$ 356,67	R\$ 42.799,94
Lâmpada LED tubular 120 cm	R\$ 4.149,38	R\$ 275,07	R\$ 33.008,29
Total	R\$ 2.331,04	R\$ 81,60	R\$ 9.791,65

Tabela 24: Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada LED 120 cm).
Fonte: Autoria própria.

A substituição da lâmpada LED tubular de 120 cm é viável, pois haverá uma economia de R\$ 9.781,65 em um período de 10 anos, isto é, economia alta, com retorno do investimento garantido em um período de aproximadamente 4 anos e 2 meses. Nesse caso, o tempo de retorno é menor porque o investimento é inferior ao da lâmpada fluorescente tubular T10.

Contraopondo as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 e T8, ambas de 60 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Investimento total (R\$) 10 anos	kWh (mês)	kWh (10 anos)
Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm	R\$ 2.494,24	R\$ 81,12	R\$ 9.734,40
Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm	R\$ 2.651,28	R\$ 76,05	R\$ 9.126,10
Total	-R\$ 157,04	R\$ 5,07	R\$ 608,30

Tabela 25: Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada T8 60 cm).
Fonte: Autoria própria.

A substituição da lâmpada fluorescente tubular T8 de 60 cm não é viável, pois a economia seria de R\$ 608,30 em um período de 10 anos, ou seja, economia pequena se comparado ao longo período, não recuperando o investimento nesse mesmo período.

Contraopondo as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 60 cm e T5 de 56 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Investimento total (R\$) 10 anos	kWh (mês)	kWh (10 anos)
Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm	R\$ 2.494,24	R\$ 81,12	R\$ 9.734,40
Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm	R\$ 2.178,14	R\$ 73,20	R\$ 8.784,48
Total	R\$ 316,10	R\$ 7,92	R\$ 949,92

Tabela 26: Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada T5 56 cm).
Fonte: Aatoria própria.

A substituição da lâmpada fluorescente tubular T5 de 56 cm é viável, pois haverá uma economia razoável, cerca de R\$ 949,92, em um período de 10 anos, entretanto, o retorno do investimento não seria viável nesse mesmo período de tempo.

Confrontando as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 e LED, ambas de 60 cm, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Investimento total (R\$) 10 anos	kWh (mês)	kWh (10 anos)
Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm	R\$ 2.494,24	R\$ 81,12	R\$ 9.734,40
Lâmpada LED tubular 60 cm	R\$ 1.236,36	R\$ 64,02	R\$ 7.682,76
Total	R\$ 1.257,88	R\$ 17,10	R\$ 2.051,64

Tabela 27: Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada LED 60 cm).
Fonte: Aatoria própria.

A substituição da lâmpada LED tubular de 60 cm é viável, pois, em um período de 10 anos, a economia seria de R\$ 2.051,64, ou seja, quase o dobro de economia, sendo o retorno do investimento garantido em um período de aproximadamente 6 anos. Nesse caso, o tempo de retorno é menor porque o investimento é inferior ao da lâmpada fluorescente tubular T10.

Comparando as lâmpadas compactas LED e fluorescente, temos os seguintes dados:

Tipos de lâmpadas	Investimento total (R\$) 10 anos	kWh (mês)	kWh (10 anos)
Lâmpada fluorescente compacta	R\$ 69,33	R\$ 3,36	R\$ 402,62
Lâmpada LED compacta	R\$ 229,71	R\$ 2,45	R\$ 294,04
Total	-R\$ 160,38	R\$ 0,91	R\$ 108,58

Tabela 28: Comparativo de investimento em 10 anos (lâmpada LED compacta).
Fonte: Autoria própria.

Nesse caso, não seria viável a substituição da lâmpada LED compacta, pois representa uma economia ínfima de R\$ 108,58 em um período de 10 anos, além disso, o retorno do investimento não seria garantido nesse período.

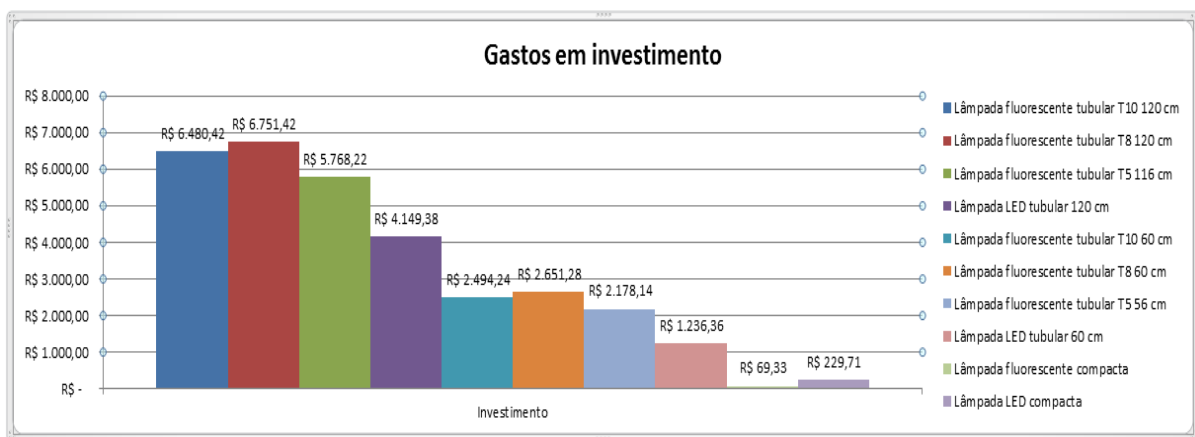


Gráfico 12.
Fonte: Autoria própria.

Esse gráfico mostra que a lâmpada com o maior custo de investimento é a fluorescente tubular T8 de 120 cm, alcançando um valor de R\$ 6.751,42, enquanto a lâmpada tubular LED 120 cm teve o menor valor de investimento, um total de R\$ 4.149,38, nos modelos de lâmpadas de 120 cm. Nos modelos de 60 cm, a lâmpada fluorescente tubular T8 teve o maior valor de custo, R\$ 2.651,28, já a tubular LED apresentou o menor custo, R\$ 1.236,36. Nos modelos de lâmpadas compactas, podemos observar que a fluorescente teve o menor investimento, um total de 69,33, enquanto a LED teve um investimento de R\$ 229,31.

Comparando os modelos de lâmpadas do gráfico abaixo com as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 120 cm e 60 cm e com a lâmpada fluorescente compacta, percebe-se a economia que analisaremos a seguir.

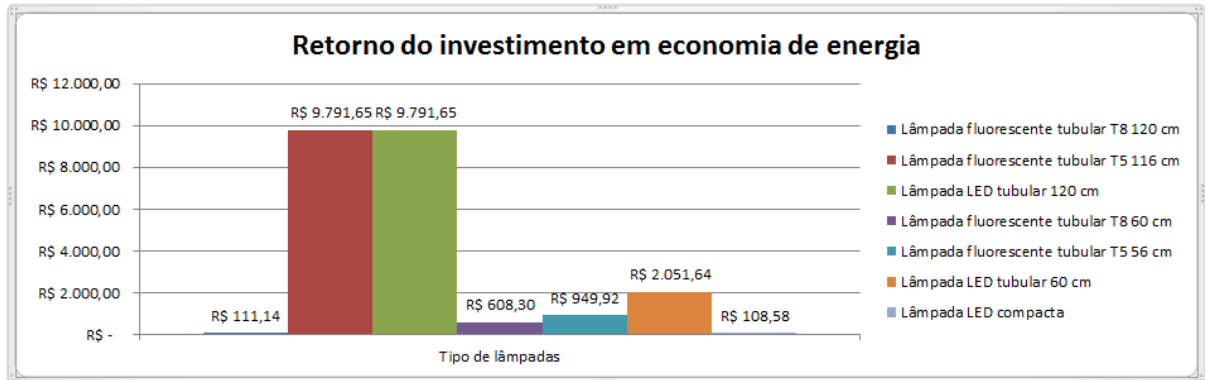


Gráfico 13.

Fonte: Autoria própria.

Dentre as lâmpadas demonstradas no gráfico acima, os piores desempenhos foram o da lâmpada fluorescente tubular T8 de 120 cm e 60 cm, enquanto os melhores foram os das lâmpadas tubulares LED de 120 cm, fluorescente T5 de 116 cm e LED de 60 cm.

Dentre as lâmpadas destacadas, as que obtiveram os melhores tempos de retorno de investimento foram as lâmpadas LED tubulares de 120 cm e 60 cm. Já as lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 120 cm e 60 cm não recuperam o investimento no período de 10 anos, tendo, portanto, o pior resultado dentre todas as lâmpadas destacadas.

4 – CONCLUSÃO.

Por meio desse trabalho pôde-se perceber que uma grande parcela do consumo de energia está relacionada à iluminação. Visando um menor consumo de energia elétrica, as lâmpadas estão evoluindo, tornando-se, cada vez, mais eficientes e econômicas.

O estudo deste trabalho ressaltou a viabilidade dos modelos de lâmpadas fluorescentes tubulares T8, T5, LED de 120 cm e 60 cm e, também, da LED compacta em substituição aos modelos de lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 120 cm e 60 cm, além da lâmpada fluorescente compacta.

Nosso estudo mostrou que as lâmpadas tubulares LED de 120 cm e 60 cm demonstraram a maior eficiência energética dentre as demais. Mostrou, também, que o investimento é recuperado num período de 4 anos e 2 meses, para as lâmpadas de 120 cm, e 6 anos para as de 60 cm, enquanto as fluorescentes tubulares T5 de 116 cm necessitam de 5 anos e 9 meses. Já os demais modelos estudados não recuperam o investimento ao longo de 10 anos.

No caso da comparação das lâmpadas LED compactas com as lâmpadas fluorescentes compactas, essas, por serem poucas em quantidade, um total de 11 lâmpadas, obtiveram retorno de investimento superior a 10 anos, entretanto, aquelas se apresentaram mais econômicas.

Uma das grandes vantagens da substituição das lâmpadas fluorescentes pelas LED, além de elas não possuírem mercúrio em sua fabricação, o que necessita de um descarte apropriado, já que esse material é altamente nocivo à saúde, é que o material da lâmpada LED é 98% reciclável.

A lâmpada LED mostrou ser mais eficiente que as demais tanto em termos de durabilidade quanto em eficiência energética e recuperação de investimento, compensando, portanto, sua substituição.

Atualmente, as lâmpadas LED possuem custo elevado no mercado brasileiro, por ainda não serem fabricadas totalmente no país e por não serem, até o momento, certificadas pelo INMETRO. Acreditamos que após certificação e incentivos do

governo o custo possa ser reduzido de forma significativa, o que viabilizará ainda mais sua utilização, principalmente em instituições que demandam muitos pontos de luz, como escolas, fábricas, prédios, shoppings.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

BARÇANTE, Wellynghton Galinari; SOARES, Ulices Sérgio da R. **Estudo de Viabilidade da Utilização das Lâmpadas de LED na Iluminação Residencial**. 2013. 77 fl. Monografia (Bacharel) – Instituto Tecnológico de Caratinga, Caratinga, 2013.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais**, 20 ed., São Paulo: Editora Érica LTDA, 2009. 422p.

COTRIN, Ademaro A.M.B. **Instalações Elétricas**, 5 ed., São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 496p.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**, 15 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2007. 428p.

CREDER, Hélio. **Manual do Instalador Eletricista**, 2 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2004. 213p.

FERREIRA, André Rosa; TOMIOKA, Jorge. **Iluminação de Estado Sólido, Economia Potencial de Energia Elétrica para o País**, São Paulo: 9 e 10 de outubro de 2013, VIII Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza.

GUERRINI, Délio Pereira. **Eletricidade para a Engenharia**, 1 ed., Barueri: Manole, 2003. 148p.

LUZ, Janine Marchiori da. **Luminoteca**, Disponível em <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/Luminoteca.pdf>> acesso em: 12 outubro de 2014.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações Elétricas Industriais**, 8 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2010. 666p.

MARTELETO, Douglas Coelho. **Avaliação do diodo emissor de luz (LED) para iluminação de interiores**, 2011. 96f. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

MOREIRA, Vinicius de Araujo. **Iluminação Elétrica**, 1 ed., São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 189p.

NERY, Noberto. **Instalações Elétricas**, 3 ed., São Paulo, Eltec editora, 2005.

OSRAM. **Manual Luminotécnico Prático**. Disponível em <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/ManualOsram.pdf>> acesso em: 20 de outubro de 2014.

Revista Eletricidade Moderna, Aranda editora, ano 40, n° 462, Setembro de 2012.

SILVA, Mauri Luiz da. **Luz, Lâmpada e Iluminação**, 3 ed., Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA, 2004. 157p.

Sites consultados:

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais, Disponível em: <www.cemig.com.br> Acessado em 2 de Setembro de 2014.

OSRAM, Disponível em: <www.osram.com.br> Acessado em 12 de Setembro de 2014.

PHILLIPS, Disponível em: <www.phillips.com.br> Acessado em 12 de Setembro de 2014.

IAHA, Disponível em: <www.aiha.com.br> Acessado em 11 de Outubro de 2014.

EMPALUX, Disponível em: <www.empalux.com.br> Acessado em 13 de Outubro de 2014.

ELETROFAZIA, Disponível em: <<http://www.eletrofazia.com.br>> Acessado em 14 de Outubro de 2014.


6 – ANEXOS.

6.1 – DADOS DAS LÂMPADAS.

6.1.1 – Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm.

DETALHES DO PRODUTO

Home » Fluorescentes » Tubulares » Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T10 40W 6500K 120cm - AIHA
AH-TUB-T10-40-6500



Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T10 40W 6500K 120cm - AIHA

por R\$ **3,99** à vista 5% de desconto ou R\$ **4,20** no cartão.

Veja mais em FLUORESCENTES

Se você deseja ter uma boa iluminação de longo prazo, conte com a Lâmpada tubular da AIHA. Sua melhor opção de mercado. A AIHA fornece a Lâmpada tubular com mais luz e menos desperdício.

Produto Esgotado 📣 Avise-me quando disponível

Calcule o valor e o prazo de entrega
 Como Pagar?


▶
👍 0
Curtir

Código AIHA	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/w)	Potência (W)	Tensão (V)	Temperatura de Cor (K)	Dimensões (mm) L	Bulbo (mm)	Vida Mediana (Horas)
AH-TUB-T10-40-6500	2930	73	40	BIVOLT	6500	1210	33,5(T10)	8.000

6.1.2 - Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm.

DETALHES DO PRODUTO

Home » Fluorescentes » Tubulares » Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T10 20W 6500K 60cm - AIHA AH-TUB-T10-20-6500



0
 Curtir

Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T10 20W 6500K 60cm - AIHA

por R\$ **3,99** à vista 5% de desconto ou R\$ **4,20** no cartão.

Veja mais em FLUORESCENTES

Se você deseja ter uma boa iluminação de longo prazo, conte com a Lâmpada tubular da AIHA. Sua melhor opção de mercado. A AIHA fornece a Lâmpada tubular com mais luz e menos desperdício.

Produto Esgotado

Avise-me quando disponível


Calcule o valor e o prazo de entrega
 Como Pagar?

Código AIHA	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/w)	Potência (W)	Tensão (V)	Temperatura de Cor (K)	Dimensões (mm) L	Bulbo (mm)	Vida Médiana (Horas)
AH-TUB-T10-20-6500	1060	53	20	BIVOLT	6500	600	33,5(T10)	8.000

6.1.3 - Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm.

DETALHES DO PRODUTO

Home » Fluorescentes » Tubulares » Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T8 32W 6500K 120cm - AIHA AH-TUB-T8-32-6500



0
 Curtir

Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T8 32W 6500K 120cm - AIHA

por R\$ **3,99** à vista 5% de desconto ou R\$ **4,20** no cartão.

Veja mais em FLUORESCENTES

Escolha a Temperatura de Cor (K)

6500K

Branco Frio (BRANCO)
ref: **AH-TUB-T8-32-6500**

4000K

Branco Quente (AMARELO)
ref: **AH-TUB-T8-32-4000**

COMPRAR


Calcule o valor e o prazo de entrega
 Como Pagar?



Código AIHA	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/w)	Potência (W)	Tensão (V)	Temperatura de Cor (K)	Dimensões (mm) L	Bulbo (mm)	Vida Médiana (Horas)
AH-TUB-T8-32-6500	2350	74	32	BIVOLT	6500	1200	26(T8)	8.000



6.1.4 - Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm.

DETALHES DO PRODUTO

Home » Fluorescentes » Tubulares » Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T8 16W 6500K 60cm - AIHA AH-TUB-T8-16-6500








 0
 Curtir


Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T8 16W 6500K 60cm - AIHA


por R\$ **3,99** à vista 5% de desconto ou R\$ 4,20 no cartão.


Escolha a Temperatura de Cor (K) Veja mais em FLUORESCENTES

■ 4000K  Branco Quente (AMARELO)
ref: **AH-TUB-T8-16-4000**

■ 6500K  Branco Frio (BRANCO)
ref: **AH-TUB-T8-16-6500**

 **COMPRAR**

 Calcule o valor e o prazo de entrega


 Como Pagar?



Código AIHA	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/w)	Potência (W)	Tensão (V)	Temperatura de Cor (K)	Dimensões (mm) L	Bulbo (mm)	Vida Mediana (Horas)
AH-TUB-T8-16-6500	1200	75	16	BIVOLT	6500	600	26(T8)	8.000



6.1.5 - Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm.

DETALHES DO PRODUTO

Home » Fluorescentes » Tubulares » Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T5 28W 6500K 116cm - AIHA AH-TUB-T5-28-BI



 0
 Curtir


Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T5 28W 6500K 116cm - AIHA


por R\$ **3,99** à vista 5% de desconto ou R\$ 4,20 no cartão.


Veja mais em FLUORESCENTES

Se você deseja ter uma boa iluminação de longo prazo, conte com a Lâmpada tubular da AIHA. Sua melhor opção de mercado. A AIHA fornece a Lâmpada tubular com mais luz e menos desperdício.

Produto Esgotado

 Avise-me quando disponível

 Calcule o valor e o prazo de entrega


 Como Pagar?



Código AIHA	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/w)	Potência (W)	Tensão (V)	Temperatura de Cor (K)	Dimensões (mm) L	Bulbo (mm)	Vida Mediana (Horas)
AH-TUB-T5-28-BI	2660	95	28	BIVOLT	6500	1160	16(T5)	25.000



6.1.6 - Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm.

DETALHES DO PRODUTO

Home » Fluorescentes » Tubulares » Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T5 14W 6500K 56cm - AIHA
AH-TUB-T5-14-BI




 0
 Curtir


Lâmpada Fluorescente Tubular Bivolt T5
14W 6500K 56cm - AIHA


por R\$ **2,99** à vista 5% de desconto
ou R\$ 3,15 no cartão.

Veja mais em FLUORESCENTES

Se você deseja ter uma boa iluminação de longo prazo, conte com a Lâmpada tubular da AIHA. Sua melhor opção de mercado. A AIHA fornece a Lâmpada tubular com mais luz e menos desperdício.

Produto Esgotado  Avise-me quando disponível

 Calcule o valor e o prazo de entrega


 Como Pagar?


Código AIHA	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/w)	Potência (W)	Tensão (V)	Temperatura de Cor (K)	Dimensões (mm) L	Bulbo (mm)	Vida Mediana (Horas)
AH-TUB-T5-14-BI	1162	83	14	BIVOLT	6500	560	16(T5)	25.000



6.1.7 - - Lâmpada tubular LED 120 cm.

DETALHES DO PRODUTO

Home » Led » Tubulares de Led » Lâmpada LED Tubular Bivolt 20W 6000K 120cm - AIHA
AH-TUBLED-20-BI-6000






 2
 Curtir


Lâmpada LED Tubular Bivolt 20W 6000K
120cm - AIHA


por R\$ **59,90** à vista 5% de desconto
ou R\$ 63,05 no cartão.

Veja mais em LED

Neste modelo, a Lâmpada tubular além acompanhar um driver com estabilizador de corrente, o que aumenta sua vida útil, ela não necessita de reator para ser ligada.

Produto Esgotado  Avise-me quando disponível

 Calcule o valor e o prazo de entrega


 Como Pagar?

Código AIHA	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/w)	Potência (W)	Tensão (V)	Temperatura de Cor (K)	Ângulo de abertura	Bulbo (mm)	IRC	Base	Vida Mediana (Horas)
AH-TUBLED-20-BI-6000	1900	95	20	BIVOLT	6000	150°	27,5(T8)	85%	G13	50.000

6.1.8 - - Lâmpada tubular LED 60 cm.

DETALHES DO PRODUTO

Home » Led » Tubulares de Led » Lâmpada LED Tubular Bivolt 10W 6000K 60cm - AIHA AH-TUBLED-10-BI-6000



Lâmpada LED Tubular Bivolt 10W 6000K 60cm - AIHA

por R\$ 39,90

à vista 5% de desconto ou R\$ 42,00 no cartão.

Veja mais em LED

Neste modelo, a Lâmpada tubular além acompanhar um driver com estabilizador de corrente, o que aumenta sua vida útil, ela não necessita de reator para ser ligada.

Produto Esgotado

Avisar-me quando disponível

Calcule o valor e o prazo de entrega
Como Pagar?

Código AIHA	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/w)	Potência (W)	Tensão (V)	Temperatura de Cor (K)	Ângulo de abertura	Bulbo (mm)	IRC	Base	Vida Mediana (Horas)
AH-TUBLED-10-BI-6000	950	95	10	BIVOLT	6000	150°	27,5(T8)	85%	G13	50.000

6.1.9 - Lâmpada fluorescente compacta

DETALHES DO PRODUTO

Home » Fluorescentes » Compacta 3U » Lâmpada Fluorescente Compacta Econômica 3U 15W 127V 6400K - AIHA AH-3U-15-127-B



Lâmpada Fluorescente Compacta Econômica 3U 15W 127V 6400K - AIHA

por R\$ 5,49

à vista 5% de desconto ou R\$ 5,78 no cartão.

Veja mais em FLUORESCENTES

Escolha a Cor e a Voltagem

6400K Branco Frio 220V

6400K Branco Frio 127V

COMPRAR


Calcule o valor e o prazo de entrega
Como Pagar?

Código AIHA	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/w)	Potência (W)	Tensão (V)	Temperatura de Cor (K)	Diâmetro do Tubo (mm)	Equivalência Lâmpada Incandescente	Corrente (mA)	Dimensões CJD	Vida Mediana (Horas)
AH-3U-15-127-B	874	58,8	15	127	6400	9(T3)	60	192,5	140 48	6.000

6.1.10 - Lâmpada LED compacta

DETALHES DO PRODUTO

Home » Led » Lâmpadas de Led » Lâmpada Super LED e27 Bulbo 10W 127V 6500K - AIHA AH-LEDBULB-10-127-6500



10 WATTS
127V

Bulbo SUPER LED

VIDA ÚTIL ATÉ 50.000 HRS

80% ECONOMIA

40 WATTS

Lâmpada Super LED e27 Bulbo 10W 127V 6500K - AIHA

por R\$ **19,90** à vista 5% de desconto ou R\$ 20,95 no cartão.

Escolha a Cor e Voltagem Veja mais em LED

2700K Branco Quente 220V	2700K Branco Quente 127V	Indisponível
6500K Branco Frio 127V	6500K Branco Frio 220V	Indisponível

Produto Esgotado Avisar-me quando disponível

Calcule o valor e o prazo de entrega | Como Pagar?

Código AIHA	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/w)	Potência (W)	Tensão (V)	Temperatura de Cor (K)	Corrente (mA)	Quantidade Caixa Inner (Unidade)	Quantidade Caixa Master (Unidade)	Base
AH-LEDBULB-10-127-2700	800	80	10	127	2700	0,5	10	50	E-27
AH-LEDBULB-10-127-6500	800	80	10	127	6500	0,5	10	50	E-27

Características: Vida de 50.000 horas:

6.2 – EQUAÇÕES.

6.2.1 – Correção da potência ativa

Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm 32 W

$$\left(\frac{32 \text{ W}}{100}\right) * 24,68 \% + 32 \text{ W} = 39,89 \text{ W}$$

Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm 28 W

$$\left(\frac{28 \text{ W}}{100}\right) * 10,15 \% + 28 \text{ W} = 30,84 \text{ W}$$

Lâmpada tubular LED 120 cm 20 W

$$\left(\frac{20 \text{ W}}{100}\right) * 54,21 \% + 20 \text{ W} = 30,84 \text{ W}$$

Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm 16 W

$$\left(\frac{16 W}{100}\right) * 33,33 \% + 16 W = 21,33 W$$

Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm 14 W

$$\left(\frac{14 W}{100}\right) * 37,64 \% + 14 W = 19,26 W$$

Lâmpada tubular LED 60 cm 10 W

$$\left(\frac{10 W}{100}\right) * 68,42 \% + 10 W = 16,84 W$$

Lâmpada LED compacta

$$\left(\frac{10 W}{100}\right) * 9,25 \% + 10 W = 10,92 W$$

6.2.1 – Correção do valor em reais (R\$)

Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm 32 W

$$\left(\frac{R\$ 4,20}{100}\right) * 24,68 \% + R\$ 4,20 = R\$ 5,23$$

Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm 28 W

$$\left(\frac{R\$ 4,20}{100}\right) * 10,15 \% + R\$ 4,20 = R\$ 4,62$$

Lâmpada tubular LED 120 cm 20 W

$$\left(\frac{R\$ 63,05}{100}\right) * 54,21 \% + R\$ 63,05 = R\$ 99,22$$

Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm 16 W

$$\left(\frac{R\$ 4,20}{100}\right) * 33,33 \% + R\$ 4,20 = R\$ 5,60$$

Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm 14 W

$$\left(\frac{R\$ 3,15}{100}\right) * 37,64 \% + R\$ 3,15 = R\$ 4,33$$

Lâmpada tubular LED 60 cm 10 W

$$\left(\frac{R\$ 42,00}{100}\right) * 68,42 \% + R\$ 42,00 = R\$ 70,73$$

Lâmpada LED compacta

$$\left(\frac{R\$ 20,95}{100}\right) * 9,25 \% + R\$ 20,95 = R\$ 22,88$$

6.2.2. – Cálculo da vida útil em meses.

6.2.2.1 – 12 horas de utilização em 16,67 dias.

Calculo lâmpada tubular T10 120 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{12 \times 16,67} = 39,99\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T10 60 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{12 \times 16,67} = 39,99\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T8 120 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{12 \times 16,67} = 39,99\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T8 60 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{12 \times 16,67} = 39,99\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T5 116 cm

$$Vida\ útil = \frac{25000}{12 \times 16,67} = 124,98\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T5 56 cm

$$Vida\ útil = \frac{25000}{12 \times 16,67} = 124,98\ meses$$

Calculo lâmpada tubular LED 120 cm

$$Vida\ útil = \frac{50000}{12 \times 16,67} = 249,95\ meses$$

Calculo lâmpada tubular LED 60 cm

$$Vida\ útil = \frac{50000}{12 \times 16,67} = 249,95\ meses$$

Calculo lâmpada fluorescente compacta

$$Vida\ útil = \frac{6000}{12 \times 16,67} = 29,99\ meses$$

Calculo lâmpada LED compacta

$$Vida\ útil = \frac{50000}{12 \times 16,67} = 249,95\ meses$$

6.2.2.2 – 8 horas de utilização em 30 dias.

Calculo lâmpada tubular T10 120 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{8 \times 30} = 33,33\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T10 60 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{8 \times 30} = 33,33\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T8 120 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{8 \times 30} = 33,33\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T8 60 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{8 \times 30} = 33,33\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T5 116 cm

$$Vida\ útil = \frac{25000}{8 \times 30} = 104,16\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T5 56 cm

$$Vida\ útil = \frac{25000}{8 \times 30} = 104,16\ meses$$

Calculo lâmpada tubular LED 120 cm

$$Vida\ útil = \frac{50000}{8 \times 30} = 208,33\ meses$$

Calculo lâmpada tubular LED 60 cm

$$Vida\ útil = \frac{50000}{8 \times 30} = 208,33\ meses$$

6.2.2.3 – 1 hora de utilização em 30 dia.

Calculo lâmpada tubular T10 120 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{1 \times 30} = 266,66\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T10 60 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{1 \times 30} = 266,66\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T8 120 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{1 \times 30} = 266,66\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T8 60 cm

$$Vida\ útil = \frac{8000}{1 \times 30} = 266,66\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T5 116 cm

$$Vida\ útil = \frac{25000}{1 \times 30} = 833,33\ meses$$

Calculo lâmpada tubular T5 56 cm

$$Vida\ útil = \frac{25000}{1 \times 30} = 833,33\ meses$$

Calculo lâmpada tubular LED 120 cm

$$Vida\ útil = \frac{50000}{1 \times 30} = 1666,66\ meses$$

Calculo lâmpada tubular LED 60 cm

$$Vida\ útil = \frac{50000}{1 \times 30} = 1666,66\ meses$$

Calculo lâmpada fluorescente compacta

$$Vida\ útil = \frac{6000}{1 \times 30} = 200\ meses$$

Calculo lâmpada LED compacta

$$Vida\ útil = \frac{50000}{1 \times 30} = 1666,66\ meses$$

6.2.3 – calculo do consumo mensal das lâmpadas.

T10 120 cm

$$consumo = \frac{40 \times 12 \times 16,67}{1000} = 8,00\ kw/h$$

$$consumo = \frac{40 \times 8 \times 30}{1000} = 9,60\ kw/h$$

$$consumo = \frac{40 \times 1 \times 30}{1000} = 1,20\ kw/h$$

T10 60 cm

$$\text{consumo} = \frac{20 \times 12 \times 16,67}{1000} = 4,00 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{20 \times 8 \times 30}{1000} = 4,80 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{20 \times 1 \times 30}{1000} = 0,60 \text{ kw/h}$$

T8 120 cm

$$\text{consumo} = \frac{39,89 \times 12 \times 16,67}{1000} = 7,98 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{39,89 \times 8 \times 30}{1000} = 9,57 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{39,89 \times 1 \times 30}{1000} = 1,20 \text{ kw/h}$$

T8 60 cm

$$\text{consumo} = \frac{21,33 \times 12 \times 16,67}{1000} = 4,27 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{21,33 \times 8 \times 30}{1000} = 5,12 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{21,33 \times 1 \times 30}{1000} = 0,64 \text{ kw/h}$$

T5 116 cm

$$\text{consumo} = \frac{30,84 \times 12 \times 16,67}{1000} = 6,17 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{30,84 \times 8 \times 30}{1000} = 7,40 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{30,84 \times 1 \times 30}{1000} = 0,93 \text{ kw/h}$$

T5 56 cm

$$\text{consumo} = \frac{19,26 \times 12 \times 16,67}{1000} = 3,85 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{19,26 \times 8 \times 30}{1000} = 4,62 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{19,26 \times 1 \times 30}{1000} = 0,58 \text{ kw/h}$$

LED 120 cm

$$\text{consumo} = \frac{30,84 \times 12 \times 16,67}{1000} = 6,17 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{30,84 \times 8 \times 30}{1000} = 7,40 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{30,84 \times 1 \times 30}{1000} = 0,93 \text{ kw/h}$$

LED 60 cm

$$\text{consumo} = \frac{16,84 \times 12 \times 16,67}{1000} = 3,37 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{16,84 \times 8 \times 30}{1000} = 4,04 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{16,84 \times 1 \times 30}{1000} = 0,51 \text{ kw/h}$$

Lâmpada fluorescente compacta.

$$\text{consumo} = \frac{15 \times 12 \times 16,67}{1000} = 3,00 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{15 \times 1 \times 30}{1000} = 0,45 \text{ kw/h}$$

LED compacta

$$\text{consumo} = \frac{10,92 \times 12 \times 16,67}{1000} = 2,18 \text{ kw/h}$$

$$\text{consumo} = \frac{10,92 \times 1 \times 30}{1000} = 0,33 \text{ kw/h}$$

6.2.4 – Cálculo de reposição das lâmpadas.

6.2.4.1 – Cálculos com 12 horas de uso durante 10 anos.

Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm

$$\text{Reposição} = \frac{24.004,80}{8000} = 3 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm

$$\text{Reposição} = \frac{24.004,80}{8000} = 3 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm

$$\text{Reposição} = \frac{24.004,80}{8000} = 3 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm

$$\text{Reposição} = \frac{24.004,80}{8000} = 3 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm

$$\text{Reposição} = \frac{24.004,80}{25000} = 0,96 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm

$$\text{Reposição} = \frac{24.004,80}{25000} = 0,96 \text{ reposições}$$

Lâmpada LED tubular 120 cm

$$\text{Reposição} = \frac{24.004,80}{50000} = 0,48 \text{ reposições}$$

Lâmpada LED tubular 60 cm

$$Reposição = \frac{24.004,80}{50000} = 0,48 \text{ reposições}$$

Lâmpada Fluorescente compacta

$$Reposição = \frac{24.004,80}{6000} = 4,00 \text{ reposições}$$

Lâmpada LED compacta

$$Reposição = \frac{24.004,80}{50000} = 0,48 \text{ reposições}$$

6.2.4.2 – Cálculos com 8 horas de uso durante 10 anos

Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm

$$Reposição = \frac{28.800}{8000} = 3,60 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm

$$Reposição = \frac{28.800}{8000} = 3,60 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm

$$Reposição = \frac{28.800}{8000} = 3,60 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm

$$Reposição = \frac{28.800}{8000} = 3,60 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm

$$\text{Reposição} = \frac{28.800}{25000} = 1,15 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm

$$\text{Reposição} = \frac{28.800}{25000} = 1,15 \text{ reposições}$$

Lâmpada LED tubular 120 cm

$$\text{Reposição} = \frac{28.800}{50000} = 0,58 \text{ reposições}$$

Lâmpada LED tubular 60 cm

$$\text{Reposição} = \frac{28.800}{50000} = 0,58 \text{ reposições}$$

6.2.4.3 – Cálculos com 1 horas de uso durante 10 anos

Lâmpada fluorescente tubular T10 120 cm

$$\text{Reposição} = \frac{3600}{8000} = 0,45 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T10 60 cm

$$\text{Reposição} = \frac{3600}{8000} = 0,45 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T8 120 cm

$$\text{Reposição} = \frac{3600}{8000} = 0,45 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T8 60 cm

$$\text{Reposição} = \frac{3600}{8000} = 0,45 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T5 116 cm

$$\text{Reposição} = \frac{3600}{25000} = 0,14 \text{ reposições}$$

Lâmpada fluorescente tubular T5 56 cm

$$\text{Reposição} = \frac{3600}{25000} = 0,14 \text{ reposições}$$

Lâmpada LED tubular 120 cm

$$\text{Reposição} = \frac{3600}{50000} = 0,07 \text{ reposições}$$

Lâmpada LED tubular 60 cm

$$\text{Reposição} = \frac{3600}{50000} = 0,07 \text{ reposições}$$

Lâmpada Fluorescente compacta

$$\text{Reposição} = \frac{3600}{6000} = 0,60 \text{ reposições}$$

Lâmpada LED compacta

$$\text{Reposição} = \frac{3600}{50000} = 0,07 \text{ reposições}$$

6.3 – REATOR

Reator Eletronico 1x40 Biv Osran [Curtir](#)

Produto novo



R\$ 28⁹⁰

1 x R\$ 28⁹⁰ com o  **mercado pago**

   **VISA** **MasterCard** **Boleto**

[Mais opções](#)

 **Envios para todo o país** pelo MercadoEnvios
Saiba os prazos de entrega e formas de envio.
[Calcular frete](#)

Quantidade: [Comprar](#)   

 Compra protegida pelo Programa de Proteção ao Comprador.

29/10/2014

Immetro - Notícias e Eventos

**.. Mais eficiente e econômica, iluminação LED será certificada ..**

O Immetro convida a sociedade a participar da regulamentação para lâmpadas e luminárias LEDs, que têm vida útil até 70 vezes maior do que as incandescentes. A consulta pública estará disponível até o dia 25 de novembro, no site do Immetro (www.immetro.gov.br/legislacao), para receber sugestões, críticas e relatos sobre experiência com a utilização dos produtos comercializados no Brasil. O objetivo é incentivar a indústria nacional para que desenvolva produtos de iluminação – residencial e pública - baseados em LEDs, mais eficientes e confiáveis, gerando diminuição nos gastos de energia elétrica. Além de segurança e durabilidade, o Instituto deve avaliar a eficiência energética, no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

“A discussão em torno dos LEDs envolve, além da economia de energia, a questão da sustentabilidade, ou seja, produtos sem mercúrio. “Essas fontes de luz têm menor impacto ambiental do que as lâmpadas fluorescentes, por exemplo”, revela Alfredo Lobo, diretor de Avaliação da Conformidade do Immetro.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Equipamentos para Postos de Serviços (Abeieps), cerca de 98% dos materiais usados na composição das lâmpadas LED são recicláveis e não há metais pesados. Além disso, elas representam uma redução de até 70% nos custos de energia. O presidente da Companhia Municipal de Energia e Iluminação do Rio de Janeiro (Rioluz), José Henrique Pinto, ressalta a necessidade do debate em torno da iluminação pública por uma questão de segurança. “Uma cidade bem iluminada tem os índices de criminalidade reduzidos. A iluminação noturna inibe essas ações. Estamos desenvolvendo um estudo detalhado, que envolve também visita a outros países, para buscar novas tecnologias e aprimorar o uso dessas lâmpadas”, declara José Henrique. Nesse contexto, a certificação das lâmpadas e luminárias tem importância estratégica, pois contribuirá com o esforço das prefeituras para gerenciar de forma mais racional os investimentos na iluminação pública.

Durante o período de consulta pública, a sociedade poderá colaborar pelo e-mail dipac.consultapublica@immetro.gov.br ou via carta para o endereço: Rua da Estrela, 67, 2º andar – Rio Comprido – CEP 20251-900 – Rio de Janeiro, RJ, A/C da Divisão de Regulamentação Técnica e Programas de Avaliação da Conformidade (Dipac).

Após a publicação da portaria definitiva, fabricantes, importadores e o comércio, no entanto, terão diferentes prazos para se adequarem às novas regras, após os quais o Instituto iniciará o controle das importações e a fiscalização no comércio de todo o país. Os fornecedores de produtos não conformes após o prazo estarão sujeitos às penalidades previstas na Lei.

Reatores Eletrônicos OSRAM

Tecnologia inovadora para uma iluminação com eficiência energética

Grande experiência

Mais de 500 milhões de reatores eletrônicos instalados em todo o mundo

O desempenho dos reatores eletrônicos OSRAM QUICKTRONIC® é significativamente melhor do que o padrão de mercado, com uma durabilidade de 50.000 horas e uma taxa de falha máxima de 10%. Graças a esta excelente confiabilidade, os reatores eletrônicos OSRAM são a sua escolha ideal, não só para os fabricantes de luminárias, como também para usuários de todo o mundo.

- Declarações de grandes clientes (OEM) confirmam que de 1 milhão de reatores eletrônicos OSRAM QUICKTRONIC® vendidos a cada ano, menos de 0,1% tinham defeito de qualquer espécie.
- Mais de um milhão de reatores eletrônicos OSRAM QUICKTRONIC® instalados em áreas industriais, de varejo e setores públicos.

Pesquisa e desenvolvimento

Fornecer hoje o que o amanhã requer. Pesquisa e desenvolvimento contínuos em todos os produtos OSRAM asseguram a promessa de novos e inovadores sistemas com benefícios adicionais ao usuário. Por exemplo, graças ao sistema de deteção dos reatores eletrônicos inteligentes OSRAM QUICKTRONIC® é possível operar lâmpadas diferentes na mesma luminária. Isso reduz pela metade o número de tipos de luminárias e simplifica a manipulação de luminárias para fabricantes, comércio e usuários.

Benefícios:

- Conformidade com as mais recentes normas e regulamentos.
- Excepcional eficiência energética em sistemas de iluminação.
- Equipamentos de última geração - o estado da arte em iluminação.

Combinação perfeita

Como um dos maiores fabricantes de reatores eletrônicos e lâmpadas do mundo, a OSRAM fornece produtos de alta qualidade para uma combinação inbatível e sistemas perfeitos.

Benefícios:

- Lâmpadas, reatores eletrônicos e serviço em uma única fonte.
- Máxima confiabilidade no sistema de operação.
- Apenas um ponto de contato para lidar com quaisquer questões relacionadas à luz.

Vida útil e confiabilidade dos reatores eletrônicos OSRAM

Economize tempo, dinheiro e elimine suas preocupações com os sistemas de iluminação. A alta confiabilidade dos reatores eletrônicos OSRAM impressiona e é particularmente apreciada no mercado devido aos seus dados confiáveis, principalmente referentes à temperatura e à vida.

A taxa de falha dos componentes eletrônicos não depende só da especificação técnica do componente e de sua qualidade, mas em grande parte da sua temperatura de funcionamento.

Os reatores eletrônicos da OSRAM

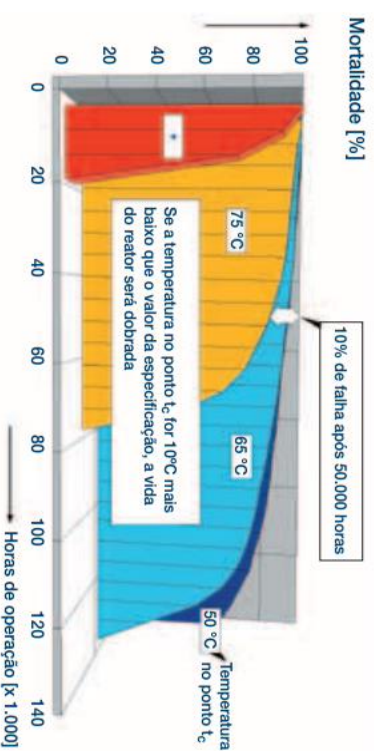
QUICKTRONIC® foram projetados para um perfeito funcionamento com máxima temperatura admissível de carga (t_c máx.), com uma taxa de falha de menos de 0,2 por cento por cada 1.000 horas de operação. Isso corresponde a uma vida de 50 mil horas, a uma taxa de falha de 10%. Na prática, pode-se dizer que, ao operar com 10°C a menos da temperatura máxima permitida no ponto " t_c ", a vida do reator eletrônico será dobrada.

É por isso que os reatores eletrônicos OSRAM QUICKTRONIC® são os mais indicados para luminárias fechadas, visto que operam de forma confiável e contínua por muitos anos.

Aplicações especiais, tais como operação em atmosferas corrosivas, vibrações e oscilações da tensão de rede acima da especificação exigem medidas de proteção adicionais.

Benefícios:

- Alta confiabilidade do sistema de iluminação durante muitos anos.
- Economia de tempo e dinheiro com os reatores eletrônicos OSRAM QUICKTRONIC®.
- Satisfação no curto e longo prazo entre os operadores do sistema.



* Se a temperatura máxima admissível no ponto " t_c " é excedida, a taxa de falha pode aumentar dramaticamente.