

## VANTAGENS E DESVANTAGENS NA IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE LED EM ILUMINAÇÕES COMERCIAIS E RESIDENCIAIS

Douglas Strohhaecker<sup>1</sup>

Talita Caroline Oliveira Schmitt, Valter Niehues<sup>2</sup>

### RESUMO

Nos últimos anos as tecnologias de LED tiveram um grande avanço, seja ele em aprimoramentos ou em avanço no mercado, tendo sido mais difundido e aceitos pelo mundo e abraçado como a mais eficiente e amigável ao meio ambiente dos últimos tempos. Sua aplicação vai desde a iluminação mais simples, até outdoors da Times Square e TV de ponta, e com inúmeras possibilidades de construção e manipulação. Com baixo consumo energético e longa vida útil, além de materiais construtivos menos agressivos ao meio ambiente, seus empecilhos para ser a principal tecnologia em iluminação é a financeira e cultural, mas cada vez mais o seu uso é difundido mundialmente.

**Palavras-chave:** LED, meio ambiente, eficiente, custo.

### ABSTRACT

In recent years LED technologies have made great strides, be it in improvements or advancement in the market, having been more widespread and accepted by the world and embraced as the most efficient and environment friendly of recent times. Its application ranges from simpler lighting, to Times Square billboards and state-of-the-art TV, and with numerous construction and manipulation possibilities. With low energy consumption and long life, in addition to building materials that are less aggressive to the environment, its impediments to being the main lighting technology are financial and cultural, but increasingly its use is widespread worldwide.

**Keywords, Palabras clave:** LED, environment, efficient, cost.

---

<sup>1</sup> Acadêmicos autores do texto..

<sup>2</sup> Acadêmicos autores do texto..

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho foi feito com base em uma pesquisa exploratória, abordando o tema de iluminação de LED, centralizado na utilização em ambientes comerciais e residenciais no território nacional.

O objetivo geral deste trabalho é analisar as vantagens e desvantagens dessa tecnologia, e as dificuldades de sua aplicação para que seu uso seja algo amplamente difundido e abraçado pelo mercado nacional.

O trabalho está organizado em 3 capítulos, sendo o primeiro para o desenvolvimento do tema, abordando o impacto ambiental de tal tecnologia e suas implicações, sejam elas positivas ou negativas e o seu impacto financeiro, e o que dificulta essa tecnologia de se tornar a principal no mercado. O segundo irá apresentar a metodologia utilizada na elaboração da pesquisa, com normas técnicas e padrões aprovados para comercialização e simulações. O terceiro irá apresentar as discussões de o por que tal tecnologia vantajosa não é utilizada universalmente.

### 2.0 - Desenvolvimento

As principais vantagens na implantação de sistema e equipamentos de LED podem ser sentidos em três principais pontos: Impacto ambiental, vida útil e eficiência energética. A evolução dessa tecnologia tem amplo impacto no consumo de energia elétrica, na redução de materiais no processo de fabricação, como também o abandono de metais pesados e altamente poluentes(OLIVEIRA, 2007) e na grande vida útil e baixa manutenção, diminuindo ou até mesmo evitando paradas periódicas para manutenção em empresas onde isso pode impactar na perda de produção e lucros (PHILIPS BRASIL, 2018).

### 2.1 - O Impacto Ambiental

No requisito ambiental, vários pontos positivos podem ser identificados. Em um dos pontos, devido ao seu processo de fabricação, vários materiais pesados como mercúrio e outros metais (anteriormente utilizados na fabricação de lâmpadas de vapor de mercúrio e vapores metálicos) são dispensados, dando espaço para materiais mais facilmente recicláveis como plásticos e metais mais nobres como prata e alumínio.

O SMD LED( *surface-mount device light-emitting diode module* ou modulo de diodo de emissão de luz montado em superfície, em tradução direta) mais comumente utilizado no mercado é fabricado de Gálio e Nitrogênio (GaN), que emite uma luz azul que não emite raios UV, tornando o LED também amigável para superfícies com tintas e pigmentos, além da pele humana. Para alterar a cor do diodo, é utilizado uma lente feita com Fósforo de Ítrio Alumínio (YAG:Ce ou fósforo amarelo), onde quanto mais espessa a lente, mais amarela é a luz emitida (temperatura de cor mais baixa)(OLIVEIRA, 2007).

Nesta versão mais comercial do LED, o diodo fabricado com os materiais listados acima é o que possui melhor rendimento em relação a consumo e vida útil. Esses materiais são abundantes no planeta, além de serem fáceis de se obter, embora o processo de separação do fósforo amarelo de outros elementos por exemplo, é difícil o que o que termina em um custo elevado.

Outro ponto em seu impacto ambiental, e também financeiro, é a eficiência energética e redução de consumo. Comparada a tecnologias convencionais, a economia de energia é cerca de 90%(PHILIPS BRASIL, 2018), tendo maior proveito durante sua longa vida útil(de acordo com a norma, pois o LED possui pouco desgaste e depreciação, se tornando a tecnologia a mais amigável para o meio ambiente na atualidade. Indiretamente, o LED também favorece a economia em energia, por exemplo, ao contribuir para o controle de temperatura interna, onde 92% da energia consumida é transformada e luz (fator de potência determinado pela PROCEL(2016) para aprovação de comércio nacional), assim produzindo pouco calor, o que resulta em menor consumo de energia com ar condicionados, por exemplo.

### 2.3 - O Impacto Financeiro

Os sistemas de LED ou lâmpadas de LED com dispositivos integrados a base devem possuir aprovação do selo do INMETRO conforme a Portaria nº 144 de 13 de março de 2015 para serem comercializadas no mercado brasileiro, e o selo da PROCEL confirma a sua eficiência energética.

De acordo com a PROCEL(2016), uma lâmpada de LED comercialmente viável deve ter o fator de potência mínimo de 0,92, ou seja, 92% do consumo da lâmpada (W/h) se torna luz (lumens), além de uma eficiência mínima de 80lm/w. Atendendo aos requisitos da norma, em um retrofit direto (substituição de lâmpadas convencionais por LED, sem alteração de altura de instalação ou modelo de fixação), conforme apêndice 1, usando os dados médios de mercado (custo por KW/h padrão cobrado pela CELESC, vida útil de acordo com datasheet do fabricante PHILIPS, e custo do equipamento e de manutenção fornecidos pela Luzville Engenharia) teremos um retorno do investimento inicial em 11 meses, mas esse tempo pode ser ainda menor, em alguns casos de apenas 6 meses, dependendo do modelo, instalação e tempo de uso.

Considerando os inúmeros modelos de lâmpadas, luminárias e equipamentos de LED atualmente fornecidos no mercado, suprimindo quase todos os modelos anteriores, os custos podem variar muito de acordo com o uso. Lâmpadas mais convencionais possuem custos bem acessíveis, mas a quantidade de marcas também influencia diretamente nos custos, podendo ter até 50% de diferença de preços entre lâmpadas do mesmo tipo (exemplificando: lâmpada de 9W tipo A60 da Philips em torno de R\$16,90, e da Taschibra em torno de R\$9,50, de acordo com valores fornecidos pela Luzville Engenharia), mas alguns pontos podem diferir muito, como tempo de garantia e vida útil (PHILIPS BRASIL, 2018).

Em relação a custos, a desvantagem das tecnologias de LED é o alto custo para sua implantação, que pode ser um pouco abrupto e até assustador para o investidor conforme tabela do apêndice 1, mesmo que seu tempo de retorno seja relativamente pequeno, e com sua constante e rápida evolução, a tecnologia está cada vez mais eficiente, o que pode tornar um sistema implantado hoje, ultrapassado em um curto período de tempo.

## 2.4 - O Impacto Ocupacional

Outro ponto a se considerar ao implantar um sistema LED é o seu impacto no ambiente em relação às pessoas e o seu bem estar nele. Com a sua aplicação, muitas pessoas podem se sentir desconfortáveis, pois a luz emitida pelo LED possui propriedades mais puras que as lâmpadas convencionais. Os fatores que irão impactar neste sentimento serão o seu IRC(Índice de Reprodução de Cor), suas temperaturas de cor(medida em Graus Kelvin, ou °K) e a sua capacidade de conversão de energia em luz e não emissão de raios UV.

O IRC é o índice de quanto as cores são fielmente representadas ao serem irradiadas pela luz emitida. Quanto maior, mais próximo são as cores da realidade, ou como se fossem iluminadas pela luz do Sol(IRC de 100%). Este é um grande fator positivo dos sistemas de LED, sendo ideal para locais que trabalhem com cores como principal atrativo, como comércio têxtil e materiais de construção(tintas, revestimentos, e afins), como também na área de cosméticos. Este fator tem grande significância para instalações residenciais e comerciais, sendo importante nessa última por exemplo em galpões e estoques, o que ajuda na leitura de etiquetas e identificação de cores. Algo pintado de verde e algo pintado de preto sob uma iluminação de Vapor de Sódio(IRC de 25%), como o modelo SON-T da Philips(PHILIPS LIGHTNING, 2018) vão ambos aparentar serem pretos, por exemplo. Algumas lâmpadas convencionais como as Vapores Metálicas, o exemplo o modelo MHN-TD da Philips possuem um IRC alto também (cerca de 80%)(PHILIPS LIGHTNING, 2018), porém a sua vida útil é muito mais inferior e a depreciação é maior. Essa diferença de IRC causa um grande impacto na percepção do ambiente, conforme apêndice 3.

Em relação às temperaturas de cor, os equipamentos em LED possuem uma variedade de cores, indo de 2400K a 6500K(do branco quente ou amarelo, ao branco frio) conforme apêndice 2, onde a cor é determinada pela espessura da lente de fósforo amarelo aplicada. Quanto mais grossa a lente, mais amarela é a luz. Esse padrão de cor surgiu da comparação com um corpo negro irradiador, como um ferro escuro por exemplo, ao ser

aquecido em determinada temperatura. Ao ser aquecido a 2700°K por exemplo, o metal começa a irradiar uma luz amarela, ou branco quente. Essas têm a capacidade de influenciar as ações das pessoas. Uma temperatura de cor mais baixa pode deixar um ambiente mais aconchegante e acolhedor, já uma temperatura mais alta, algo em torno de 6500K (comumente utilizada em ambientes hospitalares) passa uma sensação de seriedade e urgência, ideal para escritórios e ambientes de trabalho. A faixa de temperatura entre 3300 e 5000K seriam os brancos neutros, uma tonalidade de cor mais próxima a luz do Sol, ideal para ambientes que trabalham com cores e desenho, pois garantem ainda mais a fidelidade das cores (ABALUX, 2017).

Em sistemas convencionais, devido ao desgaste, esses fatores de temperatura de cor e IRC se alteram rapidamente, o que torna o LED ideal, pois devido a grande vida útil e a não emissão de raios UV (PHILIPS BRASIL, 2010), as lentes de fósforo amarelo não se queimam tão facilmente, garantindo esses índices por um maior tempo. A sua capacidade de não emitir raios UV também ajuda muito em locais que trabalhem com superfícies com pigmentos, que não se queimam ou são alterados pela radiação.

### 3 MATERIAIS E MÉTODO

O artigo consiste em uma pesquisa teórica exploratória, onde foram abordados assuntos diretamente relacionados ao tema e também assuntos relevantes, que justificam o tema escolhido.

Por ser um trabalho de pesquisa exploratória, não haverá descritivo de materiais e procedimentos técnicos.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois de levantarmos os dados referentes a consumos, eficiência energética, vida útil e depreciação, analisamos que as tecnologias LED são um grande avanço revolucionário em um dos setores industriais que não mudaram muito durante anos, contando apenas com tecnologias agressivas, onde o consumo energético era alto, e que possui muita

perda em calor, e desgaste dos equipamentos era muito rápido. Com o advento do LED, o avanço não é só tecnológico, mas como também um avanço na nossa colaboração com o meio ambiente, com materiais melhores, menos agressivos e com maior aproveitamento de recursos, principalmente a energia elétrica.

Sua eficiência em consumo e pouco geração de calor contribui para outros fatores como climatização de ambientes, materiais sensíveis e ambientes laboratoriais. Seu uso é muito mais flexível, dando possibilidade de maior controle do fluxo luminoso em ambientes, por exemplo, onde é necessário que a luz seja focada em apenas um local com uma simples aplicação de lente difusora.

A luz emitida pelo LED possui outras boas propriedades, além da não emissão de raios UV, que são muito atrativas para usos decorativos, como seu ótimo índice de reprodução de cor, o que garante cores mais fiéis, a possibilidade de ter sua luz dimerizada, e também possuir várias cores no mesmo equipamento.

Em sumo, o LED é uma tecnologia muito vantajosa, mesmo que os empecilhos culturais dificulte a sua dominância do mercado, onde um grande investimento sempre é preferível se seu retorno for imediato, mas cada vez mais ele é aceito e buscado em primeiro lugar.

## **5 CONCLUSÃO**

Com esse artigo, concluímos que a tecnologia LED é um grande avanço que possui um impacto ainda maior no nosso dia a dia, seja ambiental, financeiro ou ocupacional. Suas propriedades são muito vantajosas, e é o passo certo para um futuro mais econômico, sustentável e ideal, pois sua evolução constante nos mostra que é uma tecnologia que pode ser muito explorada, se tornando cada vez mais barata e acessível, quebrando os paradigmas culturais e se tornando nossa principal fonte de luz.

## **REFERÊNCIAS**

OLIVEIRA, Alessandro André Mainardi de. **SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DISTRIBUÍDA UTILIZANDO LED's ACIONADOS POR DOIS CONVERSORES FLYBACK INTEGRADOS**. 2007. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rs - Brasil, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8606/lessandro.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

ABALUX, **COMO ESCOLHER A TEMPERATURA DE COR IDEAL PARA O AMBIENTE?** 2017. São José dos Pinhais, PR - Brasil, 2017. Disponível em: <<http://www.abalux.com.br/temperatura-de-cor-ideal-da-sua-luminaria/>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

BRASIL. Procel. Eletrobras. **CRITÉRIOS PARA A CONCESSÃO DO SELO PROCEL DE ECONOMIA DE ENERGIA A LÂMPADAS LED COM DISPOSITIVO DE CONTROLE INTEGRADO À BASE: DOCUMENTO COMPLEMENTAR AO REGULAMENTO PARA CONCESSÃO DO SELO PROCEL DE ECONOMIA DE ENERGIA**. Rio de Janeiro: Procel, 2016. 6 p. (1). Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID={44704B8B-EDF6-4054-B417-B2D5CE31BBE0}&ServiceInstUID={46764F02-4164-4748-9A41-C8E7309F80E1}>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

PHILIPS BRASIL (Brasil). **Lâmpadas de LED**. 2018. Disponível em: <<https://www.philips.com.br/c-m-li/lampadas-led>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

PHILIPS LIGHTNING (Eua). **SON-T**. 2018. Disponível em: <<https://www.assets.lighting.philips.com/is/content/PhilipsLighting/fp928152800035-pss-global>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

PHILIPS LIGHTNING (Eua). **MHN-TD**. 2018. Disponível em: <<https://www.assets.lighting.philips.com/is/content/PhilipsLighting/fp928070205190-pss-global>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

PHILIPS BRASIL. **Philips realiza workshop de controles de iluminação e inovações em LED**. 2010. Disponível em: <<https://www.philips.com.br/a-w/about/news/archive/standard/about/news/press/article-201010061.html>>. Acesso em: 26 jun. 2018.



## APÊNDICE

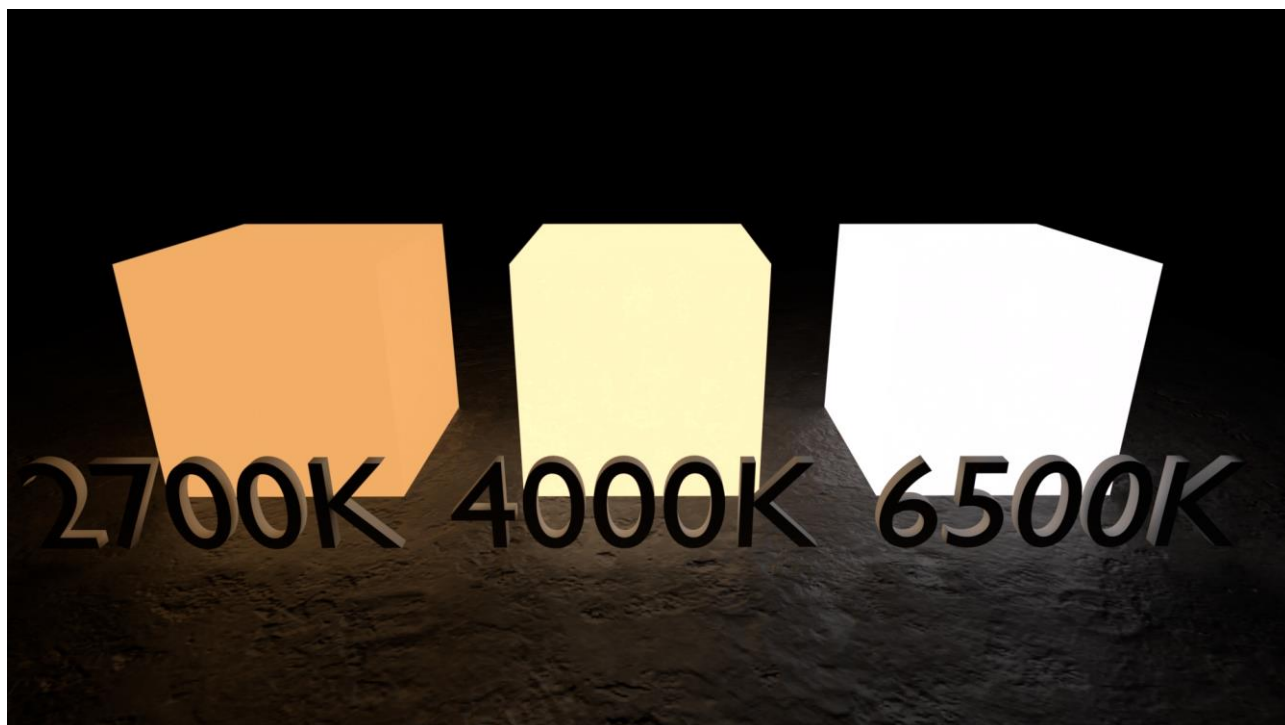
**PHILIPS**

## Estudo Luminotécnico

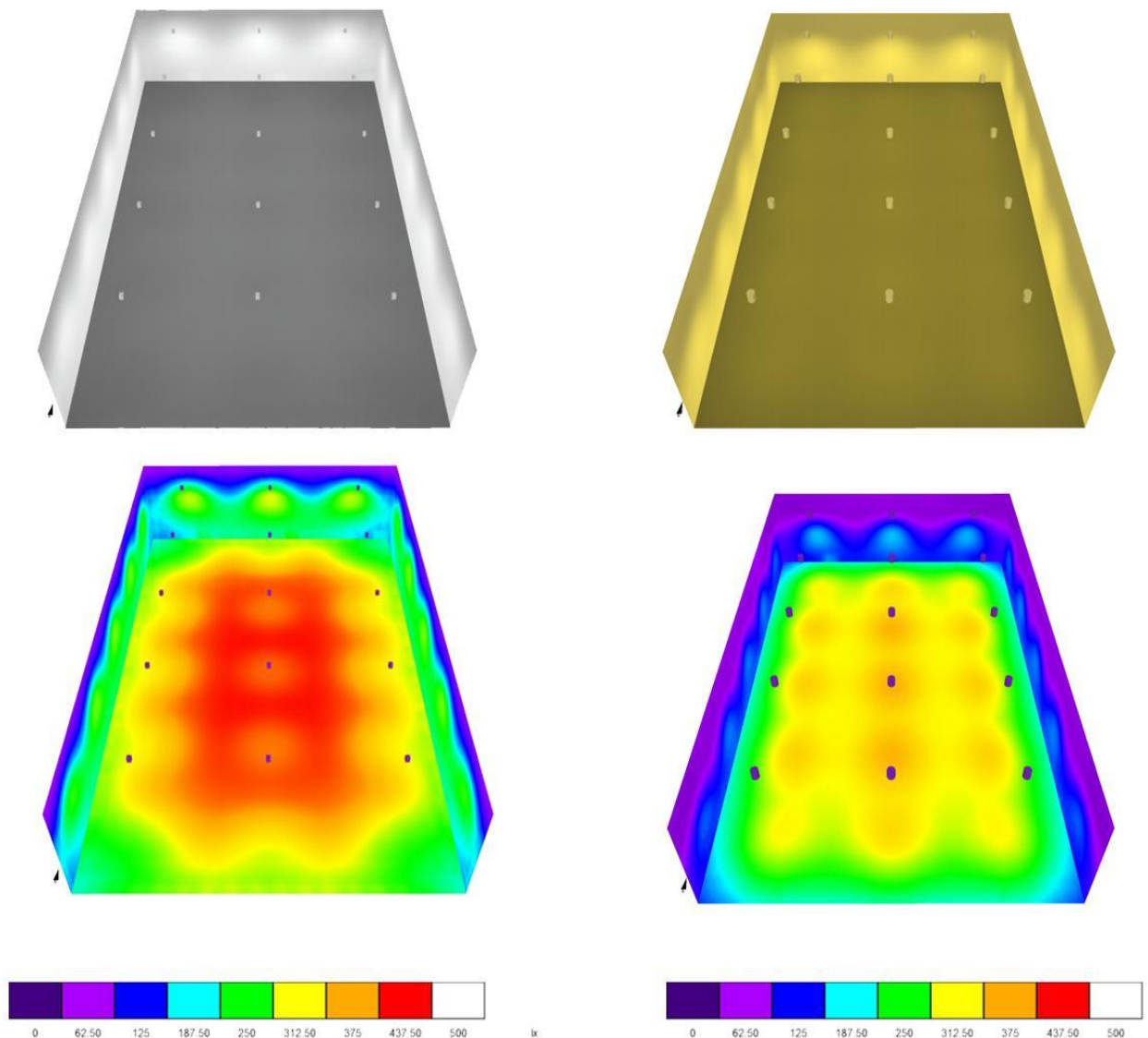
Análise de Custo X Benefício

Sistema Luminotécnico	U/M	Proposta 1	Proposta 2
Tipo de Sistema de Iluminação	-	VAPOR METALICO	LED
Luminária (modelo)	-	Chapéu 400W	160W
Nível de iluminação médio	lux	350	350
Potência de cada ponto	W	400	160
Número de Pontos	Pto	15	15
Potência Total do Sistema de Iluminação	W	6.000	2.400
Custos de Aquisição/Manutenção/Descarte	U/M	Proposta 1	Proposta 2
Custo Unitário da Luminária	R\$	100,00	-
Custo Unitário das Lâmpadas	R\$	79,60	550,00
Custo Unitário de Reator	R\$	134,30	-
Custo Unitário de Ignitor	R\$	-	-
Custo Unitário de Descarte da Lâmpada	R\$	1,50	-
Custo Homem-Hora para Manutenção da Iluminação	R\$	25,00	-
Dados Técnicos	U/M	Proposta 1	Proposta 2
Tempo Considerado no Cálculo (anos)	Dia	2	2
Média de Dias / Mês	Dia	22	22
Horas	Ponta	h	
	F. Ponta	h	15
Consumo Mês	Ponta	kWh	
	F. Ponta	kWh	1.980,00
Custo Kwh Energia	Ponta	R\$	1,49
	F. Ponta	R\$	0,49
Vida Útil da Lâmpada	h	6.000	50.000
Vida Útil do Reator	h	6.000	50.000
Tempo Médio para Manutenção de uma Luminária	h	1	1
Dados Financeiros	U/M	Proposta 1	Proposta 2
Custo de Instalação do Sistema	R\$		8.250,00
Diferença de custo de implantação	R\$	-	8.250,00
Custo Mensal de Reposição da Iluminação	R\$	176,47	54,45
Custo Mensal do Consumo de Energia Elétrica	R\$	970,20	388,08
Custo Mensal de Descarte de Lâmpada	R\$	1,24	
Custo Mensal Homen-Hora para Manutenção	R\$	41,25	
Economia Mensal Gerada	R\$		746,63
Ponto de Equilíbrio	Mês		11,0
Custo Mensal Total do Sistema	R\$	1.189,16	442,53
Economia Final Gerada No Período- Investimento Inicial	R\$		9.669,00

1 - Planilha fornecida pela PHILIPS para estudos de retrofit em projetos luminotécnicos.



2 - Imagens ilustrativa com as principais temperaturas de cor aplicando a técnica de aquecimento de um corpo escuro irradiante. Os blocos possuem a mesma textura e cor do chão, mas estão aquecidos as temperaturas informadas.



3 - Comparativo de distribuição de fluxo luminoso e IRC entre LED(esquerda) e Vapor de Sódio(direita).

## BIOGRAFIA SINTETIZADA DOS AUTORES



Douglas Strohhaecker nasceu em 26 de abril de 1992, em Joinville, Santa Catarina. Trabalha atualmente como vendedor técnico e light designer na empresa Luzville Engenharia. É especialista em iluminação decorativa e atualmente trabalha com projetos com tecnologias de LED.