

SERGIO LUIZ RAEDER MUELLER

***Proposta Alternativa de um Sistema de Iluminação de Grande  
Eficiência e Baixo Consumo de Energia***

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO  
EMPRESARIAL  
MONOGRAFIA PARA CONCLUSÃO DE  
CURSO  
Orientador: PROFESSOR PEDRO STEINER

CURITIBA  
03/11/2007

## SUMÁRIO

1.	Introdução:	4
1.1	Apresentação:	4
1.2	Objetivos:	6
1.2.1	Objetivo Geral do Estudo:	6
1.2.2	Objetivos específicos:	6
1.3	Justificativa e Motivação:	8
	Caso 1: "The Times Square Bali":	11
	Caso 2: Iluminação Pública nos estados Unidos:	12
	Caso 3: Construção Orla Rio de Janeiro	13
2.	Revisão Teórica	14
2.1	Conceitos Fundamentais em Luminotécnica:	14
2.2	Caracterização da Tecnologia LED:	20
3	Proposta de solução técnica:	25
3.1	Definição das características do produto:	25
3.1.1	Definição do LED:	28
3.1.3	Definição da Geometria da Lâmpada:	40
3.2	Caracterização do Processo de Fabricação:	43
3.3	Definição da Embalagem:	52
3.3.1	Definição do apelo visual:	52
4.1	Visão geral:	56
4.3	Distinção de públicos:	59
4.3.1	O mercado de iluminação voltado ao consumidor residencial:	59
4.3.1.1	Análise de dados do IBGE	59
4.3.1.2	Pesquisa de mercado e estratégia:	62
4.3.1.3	Os concorrentes:	68
4.3.1.3.1	Os concorrentes nível 01:	68
4.3.1.3.2	Os concorrentes nível 02:	68
4.3.1.3.3	Os concorrentes nível n:	68
4.3.2	O mercado de iluminação pública:	69
4.3.1	Os concorrentes:	69
4.3.1.1	Os concorrentes nível 01:	69
4.3.1.2	Os concorrentes nível 02:	70

4.3.1.3	Os concorrentes nível 03: .....	70
4.3.1.4	Os concorrentes nível 04: .....	70
5	Análise de Ambiente e Oportunidades.....	71
6.	Do processo de decisão / conclusão: .....	78
7.	Ações Recomendadas : .....	84
	Referencias bibliográficas:.....	85
	ANEXO I: RESULTADOS INDIVIDUAIS DA PESQUISA DE CAMPO .....	86
	ANEXO II: CARACTERÍSTICAS DAS LÂMPADAS FABRICADAS NO BRASIL.....	88

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cenário mundial de eliminação das lâmpadas incandescentes. ....	9
Figura 2 - Novas propostas de iluminação da Times Square Ball. ....	11
Figura 3 - Comparativo 01 entre iluminação a vapor de sódio / mercúrio e iluminação a LEDs. ....	12
Figura 4 - Comparativo 02 entre iluminação a vapor de sódio / mercúrio e iluminação a LEDs. ....	13
Figura 5 - Quiosques na Orla do Rio de Janeiro. ....	13
Figura 6 - Decomposição da Luz pelos diferentes comprimentos de onda, equivalentes a cada cor do espectro visível. ....	14
Figura 7 - Representação de um diagrama polar. O ponto x, por exemplo, corresponde a uma direção de 80° e tem uma intensidade luminosa de 350 cd. ....	15
Figura 8 - Ilustração sobre iluminância. ....	16
Figura 9 - Diferentes temperaturas de cor ....	17
Figura 10 - LUXEON Rebel – led azul de InGaN com cobertura de fósforo amarelado. ....	21
Figura 11 - Definição técnica do Luxeon Rebel - modelo de tecnologia de leds com melhor eficiência disponível no mercado. ....	22
Figura 12 - Gráfico normalizado de caracterização de degradação em horas da luz emitida para o modelo Luxeon Rebel, cor branca, estressado em temperatura de 85°C, corrente de 0,7A e temperatura na junção de 110°C. ....	23
Figura 13 – Corrente fornecida caracterizando a temperatura de junção (eixo horizontal) por vida útil (vertical). No gráfico são indicados os valores de corrente elétrica fornecidos para cada caso. ....	24
Figura 14 - Corrente fornecida caracterizando a temperatura nos terminais de contato elétrico - pads - (eixo horizontal) por vida útil (vertical). ....	24
Figura 15 - Luxeon Rebel - Philips Lumileds. ....	28
Figura 16 - Corrente consumida (mA) por fluxo luminoso normalizado. ....	29
Figura 17 - Comportamento da corrente direta consumida em função da temperatura ambiente para diferentes coeficientes de variação de temperatura por potência. Caso 350 mA. ....	30
Figura 18 - Comportamento da corrente direta consumida em função da temperatura ambiente para diferentes coeficientes de variação de temperatura por potência. Caso 700 mA. ....	31

Figura 19 - Comportamento da corrente direta consumida em função da temperatura ambiente para diferentes coeficientes de variação de temperatura por potência. Caso 1.000 mA.....	31
Figura 20 - Temperatura de contato em °C versus fluxo luminoso relativo em lm/mW .....	32
Figura 21 - Distribuição Espectral em função do comprimento de onda para o branco com temperatura de cor fria .....	32
Figura 22 - Distribuição Espectral em função do comprimento de onda para o branco com temperatura de cor neutra.....	33
Figura 23 - Distribuição Espectral em função do comprimento de onda para o branco com temperatura de cor tendendo ao quente.....	33
Figura 24 - Deslocamento angular por intensidade relativa para os três casos de LEDs brancos.....	34
Figura 25 - Diagrama polar para os três casos de LEDs brancos.....	34
Figura 26- exemplo de luminária a ser utilizada .....	40
Figura 27 - Esboço - módulo elementar de LEDs .....	41
Figura 28 - Estrutura interna da luminária com o suporte para diversos módulos.....	42
Figura 29 - exemplo de lâmpada baseada em LED com conector convencional.....	42
Figura 30 - Fluxo de produção caso 01.....	45
Figura 31 - Fluxo de produção caso 02.....	47
Figura 32 - Embalagem para comercialização da luminária.....	53
Figura 33 - Embalagem para comercialização do módulo interno de eletrônica da luminária. ....	53
Figura 34 - Módulo de Iluminação Elementar. ....	54
Figura 35 - Imagem e percepção cliente: associação da nova tecnologia com a supressão / recusa das tecnologias antigas e de grande desperdício.....	54
Figura 36 - Símbolo "amigo" de combate ao desperdício.....	55
Figura 37 - Noções do conjunto - idéias dimensionais visuais.....	55
Figura 38 - Distribuição por tipos de lâmpadas importadas e por custo em dólares americanos..	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos Sistemas de Iluminação.....	18
Tabela 2 - Valores de temperaturas de junção com relação à corrente aplicada.....	22
Tabela 3 - Relacionando vida útil com eficiência energética para diferentes tipos de lâmpadas.....	23
Tabela 4 - Relação custo-benefício de cada tipo de lâmpada distinto.....	25
Tabela 5 - Especificações técnicas dos modelos de LEDs da família Luxeon Rebel. O fluxo luminoso varia de acordo com a corrente consumida.....	28
Tabela 6 - Características óticas para os três modelos de LEDs brancos, medidas com parâmetros de corrente direta de 350mA e temperatura de contato de 25°C.....	34
Tabela 7 - Três opções de tecnologia. Considerado apenas o valor de operação com 700 mA.....	37
Tabela 8 - Quantidade de pessoas por atividade.....	47
Tabela 9 – despesas empregatícias estimadas incluindo despesas, encargos e impostos.....	48
Tabela 10 - Valores da peça por custo de produção, considerando diferentes capacidades de absorção do mercado. Produção = 420 unidade mensais, custo peça R\$ 26,30.....	49
Tabela 11 - Custo/peça por lista de materiais para lâmpadas residenciais / industriais.....	50
Tabela 12 - Custo/peça por lista de materiais em simulação para iluminação pública. Valores fixos de tensão (127V) e conseqüentemente de potência.....	50
Tabela 13 - Relacionando vida útil com eficiência energética para diferentes tipos de lâmpadas.....	57
Tabela 14 - Caracterização da população do Paraná em suas características mais importantes.....	60
Tabela 15 - Distribuição salarial na região Sul (x1000).....	61
Tabela 16 - 1ª parte do resultado do questionário realizado.....	62
Tabela 17 - Questionário parte 2. Determinação do preço pela economia gerada.....	64
Tabela 18 - Análise de Ambiente.....	70
Tabela 19 - Análise SWOT.....	75
Tabela 20 - Análise baseada em matriz de decisão. Arbitragem de pesos para ambiente residencial.....	77
Tabela 21 - Análise baseada em matriz de decisão. Arbitragem de pesos para concorrência governamental.....	79
Tabela 22 - Análise sobre a tecnologia de LEDs frente às principais concorrentes.....	79

## AGRADECIMENTOS

*Esta monografia tem dedicação especial aos meus Professores do Curso de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná, que em muito se dedicaram para possibilitar uma excelente formação a seus alunos. Dedico atenção especial ao Professor Pedro Steiner, orientador deste projeto.*

*Dedico ainda ao meu amigo Jorge Tomioka, que em 2003 e 2004 me motivou a estudar e planejar projetos em tecnologias inovadoras, me possibilitando acesso às mais novas publicações sobre assuntos diversos e tempo para estudá-las enquanto orientador de estágio no Lactec (Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento).*

*Agradeço de modo especial meus pais, professores, amigos, colegas, que investiram em minha formação e desenvolvimento; e ao meu primo, Ricardo Mueller, que me auxiliou na criação das ilustrações.*

# MOTIVAÇÃO

A crescente demanda por conforto e a escassez de recursos naturais leva a humanidade a procurar soluções com maior eficiência energética.

Grandes desperdícios são feitos na área de iluminação e novas tecnologias têm sido estudadas de maneira a apresentar soluções alternativas de baixo consumo.

Em meu estágio no Lactec (Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento) recebi uma carga tecnológica que me motivou a estudar e implementar diferentes tecnologias focadas neste nicho de mercado, o qual, apresenta amplitudes globais de consumo.

## RESUMO

Na presente monografia é apresentada uma análise do mercado de iluminação nacional e internacional. Serão abordados aspectos econômicos, populacionais e de potenciais de consumo para a prospecção de mercado.

Com base em conceitos sobre iluminação, aspectos técnico-econômicos e político-sociais de novas tecnologias será feita uma análise de viabilidade para uma solução mais econômica no que tange ao consumo de energia com iluminação.

Uma abordagem sobre a implementação e industrialização da tecnologia, bem como uma matriz de pesos e de decisão complementa as análises.

# **1. Introdução:**

## **1.1 Apresentação:**

A necessidade do homem em obter luz artificial remota da antiguidade, quando utilizava bastões de madeira com fogo para gerar luz em ambientes escuros ou durante a noite. Os egípcios, fenícios e romanos passaram a utilizar tochas, que nada mais eram do que os bastões de madeira envoltos com tecido embebido de um líquido inflamável. Esta tecnologia, contudo, não era viável em situações nas quais havia ar rarefeito ou intempéries climáticas como vento e chuva. Ambientes públicos e amplos dispunham de grande dificuldade em se manterem iluminados e seguros.

No início do século XIX Sir Humphry Davy, em uma de suas grandes descobertas em experiências com gases, verificou que se pode obter luz ao induzir uma diferença de potencial entre dois terminais condutivos separados por um gás. A tecnologia levou o nome de arco voltaico. Este equipamento passou a ser utilizado em ambientes para iluminação pública de 1888 a 1920.

Em 1880, Thomas Alva Edison, empresário norte americano originário de Milão, Itália, construiu a primeira lâmpada incandescente utilizando uma haste de carvão muito fina que ao ser aquecida até valores próximos ao de seu ponto de fusão passava a emitir luz.

A haste era inserida em uma ampola de vidro onde havia sido formado alto vácuo. O sistema era constituído de um filamento de carvão saturado em fio de algodão, o qual ficava incandescente e produzia luz devido ao calor. A necessidade de maior durabilidade e quantidade de luz fizeram com que a tecnologia evoluísse até chegar no tungstênio, que encontramos hoje no mercado.

Já em 1938 apareceram novas tecnologias de lâmpadas, conhecidas como lâmpadas de descarga, as quais produzem luz a partir de energia eletromagnética. São compostas de um tubo de vidro recoberto com fósforo e têm um gás à baixa pressão em seu interior que se ioniza com a passagem de corrente elétrica. São os íons positivos os responsáveis por emitir luz. Estas lâmpadas, das quais uma de suas variantes é

conhecida como fluorescente, ainda desperdiçam uma quantidade considerável de energia em outras formas que não são luz.

Na década de sessenta aparece uma nova fonte vinda do silício, capaz de converter em luz uma quantidade maior de energia. Surgiu o LED que, nestas últimas décadas, passou a impulsionar o campo de pesquisas por prometer um aproveitamento muito maior da energia a ele fornecida. É sobre uma solução baseada nesta tecnologia que trata a presente monografia.

## **1.2 Objetivos:**

### **1.2.1 Objetivo Geral do Estudo:**

Esta monografia tem como objetivo apresentar um estudo sobre a viabilidade de utilização da tecnologia de LEDs como fonte alternativa de luz frente às tradicionais (lâmpadas incandescentes, fluorescentes, de descarga,...) e sobre a implementação de uma estrutura capaz de produzir lâmpadas com a referida tecnologia.

### **1.2.2 Objetivos específicos:**

Os objetivos específicos serão tratados ao longo do projeto. Os mesmos estão listados abaixo:

- 1.2.2.1 Apresentar uma visão teórica sobre iluminação;
- 1.2.2.2 Propor uma solução técnica de produto e processo de modo simplificado baseada nos diferenciais de mercado da tecnologia de LEDs:
  - produto;
  - processo;
  - estratégia de comercialização;
  - custos relacionados;
- 1.2.2.3 Analisar o mercado nacional de iluminação;
  - divisão do mercado por tecnologias;
  - caracterização da importação;
  - pesquisa de mercado com questionário;
  - levantamento de dados via IBGE sobre perfil do mercado consumidor local residencial;

→ análise sobre oportunidade de utilização da solução técnica em aplicações residencial e governamental;

1.2.2.4 Analisar o ambiente e as oportunidades de mercado;

→ análise de ambiente;

→ análise SWOT;

1.2.2.5 Analisar a viabilidade e orientar ações futuras para redução de custos;

→ matriz comparativa de capacidades por peso;

→ recomendações gerais.

## 1.2 Justificativa e Motivação:

A busca de tecnologias que permitam a oferta de produtos com o mesmo nível de prestação ao cliente, mas com um custo menor (seja ele para o cliente final ou para a natureza), tem levado diversos institutos de pesquisas a procurar soluções alternativas às atuais com baixo consumo de energia.

Um dos grandes vilões do alto consumo de energia tem sido o setor de iluminação, haja vista a baixa eficiência dos sistemas de iluminação presentes atualmente no mercado. Aliada à baixa eficiência, estes sistemas apresentam ainda uma vida útil reduzida, gerando uma quantidade razoável de lixo a ser descartado ou reciclado. Algumas tecnologias apresentam ainda forte risco à saúde se manuseadas indevidamente (gases das lâmpadas fluorescentes por exemplo).

Atualmente 20% da energia gerada no mundo é destinada a algum tipo de sistema de iluminação. A previsão de energia a ser gerada no mercado nacional para 2009 é de 100GW. Destes, em torno de 20% serão destinados à iluminação. Devido ao baixo rendimento das fontes luminosas convencionais (em média 15%<sup>1</sup>), registramos que apenas 3GW dos 20GW serão aproveitados como luz efetivamente. O restante será, em sua maioria, convertido em outros comprimentos de onda não visíveis que geralmente coincidem com o calor.

Para efeitos comparativos, a potência instalada da Usina de Itaipú, uma das maiores do mundo, é de 12,7GW. Com isto registra-se um desperdício de energia maior que toda a energia produzida por Itaipú apenas na geração de calor como produto secundário ao da geração de luz<sup>2</sup>.

De acordo com a publicação 'Brasil Energia', de setembro de 2007, fontes de iluminação que gerem pouca luz com relação à energia fornecida tendem a ser excluídas do mercado. O Projeto de Lei 1.161/2007 prevê o fim da produção, importação e comercialização de lâmpadas incandescentes no Brasil. Foi baseado em uma proposta semelhante do governo australiano cujo fim ocorrerá em 2010. Dentro do referido projeto

---

<sup>1</sup> já ponderado incandescente 4% e fluorescente de 13% a 20%

<sup>2</sup> não será considerada no cálculo a energia gasta com refrigeração dos ambientes

estuda-se a criação de um fundo gerenciado pelo exército para financiar lâmpadas econômicas para comunidades carentes. Ainda de acordo com esta publicação, em 2007, do total de lâmpadas utilizadas, 37,1% são lâmpadas incandescentes de 60W e 14,5% são lâmpadas fluorescentes compactas.

No que tange a outros países, a figura 1 apresenta uma relação dos países com projetos para abolir o uso das lâmpadas incandescentes.



Figura 1 - Cenário mundial de eliminação das lâmpadas incandescentes.

A tecnologia aqui proposta trará mais uma evolução aos sistemas de iluminação, com vida útil bastante elevada (50.000h, dez vezes superior às fontes atuais). Além deste impacto existe o ganho ecológico que prevê, na ausência da energia desperdiçada, uma diminuição de 22,7 mil toneladas de CO<sub>2</sub> por ano.

No quesito global encontramos demonstrações de empresas e órgãos públicos que já utilizam a referida tecnologia com sucesso. Alguns casos são apresentados a seguir.

## Caso 1– “The Times Square Ball”:

Uma tradição centenária em Nova Iorque é a descida de uma bola iluminada, composta por diversas lâmpadas e que apresenta cores distintas. Iniciada em 1907, com 100 lâmpadas de 25W incandescentes, ela foi renovada com a inserção de leds ao invés de lâmpadas convencionais. Esta nova formatação ocorreu em outubro de 2007 e agora conta com 9576 LEDs da Luxeon-Philips apresentando o visual da figura 2.

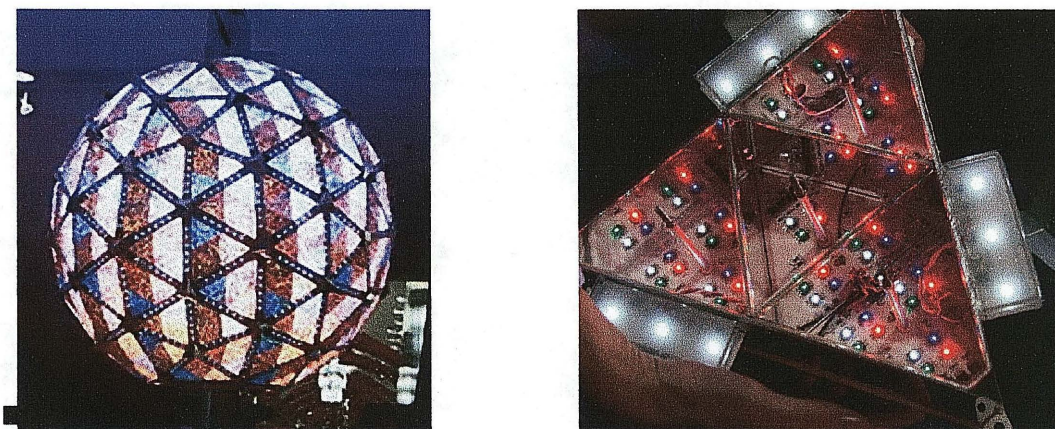


Figura 2 - Novas propostas de iluminação da Times Square Ball.

Cada triângulo de iluminação é formado por diferentes LEDs de coloração verde, azul, vermelho e branco (tecnologia RGBW).

A bola atual tem o dobro de tamanho da sua antecessora e consumo muito menor. A quantidade de variações de tonalidades luminosas é muito superior (16 milhões de cores), além do brilho mais elevado.

Com apenas 2 W de energia fornecida a esta nova tecnologia é possível obter a mesma quantidade de luz que com 40 W aplicados sobre a tecnologia predecessora e sem a emissão de chumbo ou mercúrio à atmosfera.

## **Caso 2: Iluminação Pública nos estados Unidos:**

Neste caso é apresentada a aplicação da tecnologia no aumento da eficiência e vida útil de lâmpadas de iluminação pública. A tecnologia foi aplicada no Estado de Michigan, nos EUA. Ela baseou-se no fato que existem dezenas de milhões de postes de iluminação pública que consomem trilhões de kilowatts-hora. Este estado vem praticando políticas de barateamento de consumo de energia e diminuição da regularidade de manutenção desde 1972, quando as então lâmpadas de vapor de mercúrio foram substituídas por lâmpadas de sódio de alta pressão (HPS – High Pressure Sodium) e metal halid (MH), mas que infelizmente apresentavam apenas 2 anos de vida útil e um alto custo de destruição devido aos metais pesados.

Com a substituição destas lâmpadas por tecnologias a LED, a vida útil das mesmas subiu de valores entre 8.000 e 16.000 horas para 80.000 horas. As propostas variaram de bulbos de 30 a 60 leds e apresentam um consumo 50% menor.



**Figura 3 - Comparativo 01 entre iluminação a vapor de sódio / mercúrio e iluminação a LEDs.**



**Figura 4 - Comparativo 02 entre iluminação a vapor de sódio / mercúrio e iluminação a LEDs.**

### **Caso 3: Construção Orla Rio de Janeiro**

Este projeto mescla diferentes tipos de sistema de iluminação. Para os quiosques, os ombrellanes e os balcões foram instaladas lâmpadas tipo led, modelos Osram Dragon Puck e Led Coinlight.

Ao todo são 4.000 módulos com temperatura de cor de 5.400K para 360 quiosques.



**Figura 5 - Quiosques na Orla do Rio de Janeiro.**

## 2. Revisão Teórica

### 2.1 Conceitos Fundamentais em Luminotécnica:

A coloração branca da luz é uma combinação de cores primárias: o vermelho, o verde e o azul. A combinação de apenas duas delas gera as cores secundárias cian, magenta e amarelo.

A luz, por sua vez, é uma emissão eletromagnética de comprimentos de onda que vão de 380 a 780 nm (nanômetros<sup>3</sup>).

As lâmpadas são dispositivos capazes de converter a energia eletromagnética em diversos comprimentos de onda. A eficiência de uma lâmpada mede o quanto desta energia fornecida foi transformada em luz.

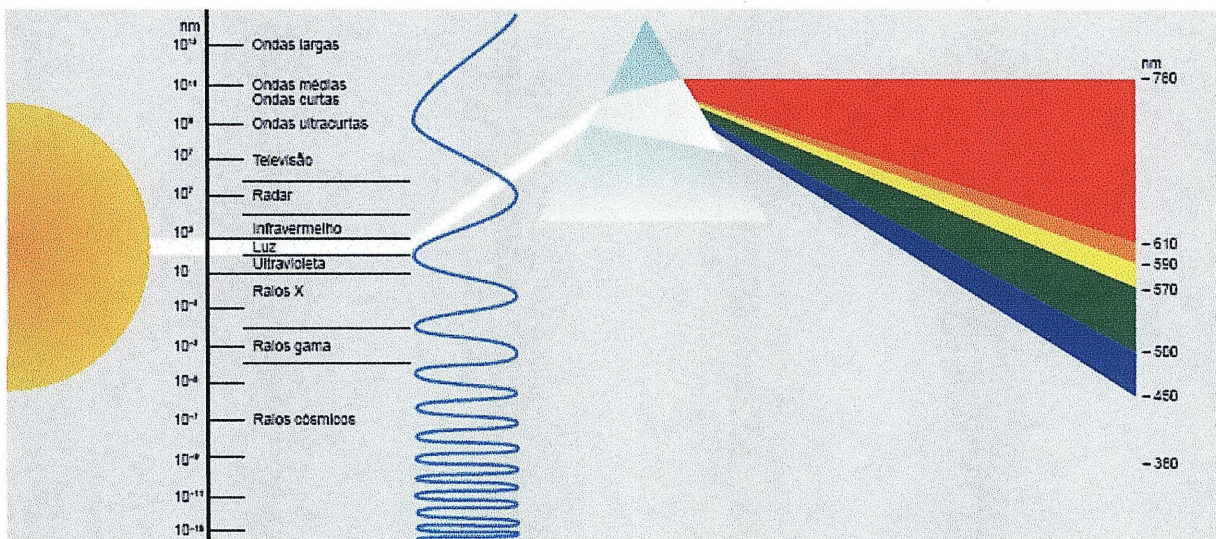


Figura 6 - Decomposição da Luz pelos diferentes comprimentos de onda, equivalentes a cada cor do espectro visível.

O Fluxo Luminoso é a quantidade de luz emitida em todas as direções por uma fonte luminosa. Alguns valores médios de mercado são:

<sup>3</sup> Nanômetro (nm): medida de comprimento, submúltiplo do metro. 1nm = 0,000000001m.

Lâmpada de incandescência de 100 W: 1500 lm<sup>4</sup>;

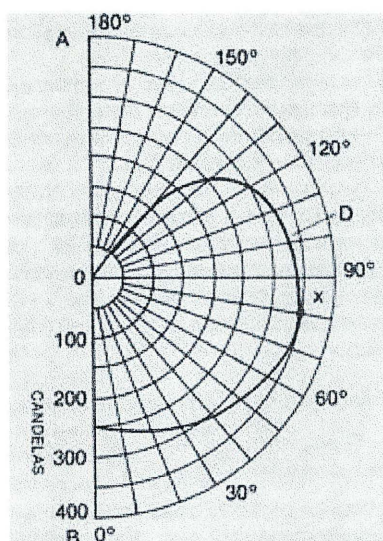
Lâmpada fluorescente de 40 W: 2600 lm.

A Eficiência Luminosa de uma lâmpada é calculada pela divisão entre o fluxo luminoso emitido em lumens e a potência consumida pela lâmpada em Watts<sup>5</sup>. A unidade de medida é o lúmen por Watt (lm/W).

*Eficiência luminosa da lâmpada incandescente de 100W = 1500 / 100 = 15 lm/W;*

*Eficiência luminosa da lâmpada fluorescente de 40 W = 2600 / 40 = 65 lm/W.*

A Intensidade Luminosa é o fluxo luminoso irradiado na direção de um determinado ponto. De uma forma geral as fontes luminosas não emitem luz igualmente em todas as direções. Deste modo, é necessário conhecer a intensidade luminosa em cada direção. Esta representação esquemática no espaço envolvente da fonte luminosa é chamada de diagrama fotométrico ou diagrama polar e é fornecido pelo fabricante da lâmpada.



**Figura 7 - Representação de um diagrama polar. O ponto x, por exemplo, corresponde a uma direção de 80° e tem uma intensidade luminosa de 350 cd.**

<sup>4</sup> lm: lúmen. Unidade de medida luminosa.

<sup>5</sup> Watt (W): unidade de medida de potência. É a relação entre a energia consumida em um determinado intervalo de tempo.

A Intensidade de Iluminação de uma superfície é o fluxo luminoso recebido na superfície por unidade de área. Na prática, é a quantidade de luz dentro de um ambiente, e pode ser medida com o auxílio de um luxímetro. Como o fluxo luminoso não é distribuído uniformemente, a iluminância não será a mesma em todos os pontos da área em questão.

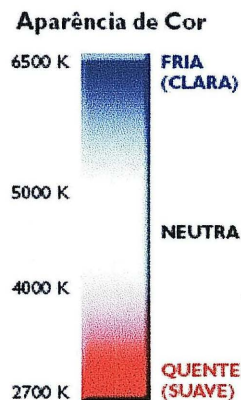
O Brilho ou Luminância é a intensidade luminosa produzida ou refletida por uma superfície existente.



Figura 8 - Ilustração sobre iluminância.

A Vida útil é definida como o tempo em que cerca de 25% do fluxo luminoso das lâmpadas testadas foi reduzido. Ao longo da vida útil da lâmpada é comum ocorrer uma diminuição do fluxo luminoso que sai da luminária. Os motivos são a própria depreciação normal do fluxo da lâmpada e o acúmulo de poeira sobre as superfícies da lâmpada e do refletor, o que é chamado de depreciação do fluxo luminoso.

A Temperatura de Cor expressa a aparência de cor da luz emitida pela fonte de luz. A sua unidade de medida é o Kelvin (K). Quanto mais alta for a temperatura de cor, mais clara é a tonalidade de cor da luz. Quando falamos em luz quente ou fria não estamos nos referindo ao calor físico da lâmpada, mas sim à tonalidade de cor que ela apresenta ao ambiente. Luz com tonalidade de cor mais suave torna-se mais aconchegante e relaxante, luz mais clara torna-se mais estimulante.



**Figura 9 - Diferentes temperaturas de cor**

O Índice de Reprodução de Cor (IRC) quantifica a fidelidade com que as cores são reproduzidas sob uma determinada fonte de luz. A capacidade de a lâmpada reproduzir bem as cores (IRC) é independente da sua temperatura de cor (K). Consideramos um valor como mínimo o de IRC = 80.

Atualmente as lâmpadas dividem-se essencialmente em dois grandes grupos: lâmpadas de incandescência e lâmpadas de descarga.

As incandescentes são as lâmpadas de bulbo que conhecemos. Apresentam vida útil de aproximadamente 1.000 horas, IRC = 100, rendimento de 17 lm/W e temperatura de cor de 2.700K.

A lâmpadas de descarga são compostas por:

- Lâmpadas de néon (funcionam com tensões entre 300V e 1000V);
- Lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão (emitem luz apenas no comprimento do amarelo-alaranjado, com vida útil de 9.000 horas e eficiência de 150 lm/W);
- Lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão (já usadas para iluminação de espaços públicos. Apresentam baixo IRC, mas eficiência de 140 lm/W);
- Lâmpadas de vapor de mercúrio de baixa pressão *ou fluorescentes* (apresentam vida útil de até 7.000 horas, IRC >80 e eficiência de 70 lm/W);
- Lâmpadas de vapor de mercúrio de alta pressão (vida útil de 9.000 horas, IRC médio = 45 e eficiência de 60 lm/W);

- Lâmpadas de iodetos metálicos (durabilidade variada, eficiência energética de até 100 lm/W e IRC >90). Usadas em estádios de futebol por exemplo.

Lâmpadas de LEDs iniciam uma terceira classificação para a iluminação: A Iluminação de Estado Sólido. Apresentam vida útil bastante elevada e valores de eficiência energética próximos às de lâmpadas de vapor de sódio.

Luminária é um suporte onde são montadas as lâmpadas. Seus componentes apresentam funções não apenas de fixação e embelezamento, mas de conforto.

O Difusor evita que a luz seja enviada diretamente da lâmpada para os objetos ou pessoas. Uma lâmpada de incandescência comum não tem difusor, embora o vidro possa reproduzir um pouco este efeito. Por não ter difusor, este tipo de iluminação produz um forte contraste claro-escuro entre as zonas iluminadas e as não iluminadas. Muitas vezes este efeito não é muito agradável e é preferível uma luz mais suave. Neste caso a própria lâmpada pode vir revestida interiormente de um pó branco que espalha a luz em várias direções, afastando o contraste entre o claro e o escuro.

Um refletor é uma superfície que existe no interior da luminária e que reflete a luz. Desta forma, a luz é aproveitada melhor, pois a porção da luz emitida para cima, no caso de uma lâmpada de teto, é reenviada para baixo.

Aletas são as “grades” posicionadas em frente às lâmpadas no sentido perpendicular a elas. Estas, assim como os refletores, podem ser constituídas de vários materiais e com vários tipos de acabamento (alumínio, policarbonato ou aço). A sua função é limitar o ângulo de ofuscamento em um ambiente, aumentando o conforto visual.

O ofuscamento ocasiona desconforto visual ou redução na capacidade de ver os objetos e é ocasionado por excesso de luminância na direção da visão. Pode ser considerado direto, quando ocorre através da luminária ou lâmpadas; e indireto, quando a luz refletida em determinadas superfícies retorna aos olhos dos utilizadores desse ambiente. O ofuscamento direto pode ser neutralizado utilizando-se acessórios nas luminárias como aletas ou difusores. Já para o indireto deve-se redimensionar o projeto luminotécnico, pois é causado pelo excesso de luz no ambiente.

Destes conceitos pode-se verificar que são várias as maneiras de dispormos as lâmpadas em um ambiente. Esta classificação é apresentada na tabela 1:

**Tabela 1 - Classificação dos Sistemas de Iluminação.**

Iluminação direta	A totalidade do fluxo luminoso emitido é dirigida sobre a superfície a iluminar.	Evita que haja grandes perdas por absorção no teto e paredes. Produz grandes sombras e encandeamento.
Iluminação Semi-direta	A maior parte do fluxo é dirigido para a superfície a iluminar (60 a 90%).	Neste caso o contraste sombra-luz não é tão acentuado como no sistema de iluminação direta.
Iluminação difusa ou mista	O fluxo luminoso distribui-se em todas as direções.	Não há praticamente zonas de sombra nem encandeamento. Uma boa parte do fluxo luminoso chega à superfície a iluminar por reflexão no teto e nas paredes.
Iluminação semi-indireta	Cerca de 60 a 90% do fluxo luminoso é dirigido para o teto.	Evita praticamente todo o encandeamento. Tem a desvantagem de proporcionar um baixo rendimento luminoso devido às elevadas perdas por absorção.
Iluminação indireta	Neste tipo de iluminação 90% a 100% do fluxo luminoso é dirigido para o teto.	Anula o encandeamento. Tem um rendimento luminoso muito baixo devido às elevadas perdas por absorção.

## 2.2 Caracterização da Tecnologia LED:

LEDs são componentes eletrônicos baseados em Silício ou em Polímeros. Do inglês “Light Emmiting Diodes” – Diodos Emissores de Luz – ou, mais recentemente, “Light Emmiting Devices” – Dispositivos Emissores de Luz.

Estes componentes são capazes de emitir luz a partir de um pequeno valor de corrente elétrica aplicada em seus terminais. Para os dispositivos que convertem energia das fontes primárias, a teoria indica que podem ser convertidos em luz até 96% da energia fornecida. As fontes de luz atuais transformam de 3% a 30% apenas.

Os LEDs são uma tecnologia que apareceu na década de 60, juntamente com a descoberta do transistor. Apresentavam, contudo, uma baixa quantidade de fótons emitidos por dispositivo. Ao final da década de 90 e início do século XXI pesquisas começaram a apresentar melhoras significativas quanto à extração de luz destes dispositivos. Começaram a surgir os LEDs de Alto Brilho e o estudo da aplicação dos mesmos em iluminação.

Outra característica da tecnologia é a capacidade de fornecer luz de maneira monocromática apenas (somente as cores primárias conseguem ser reproduzidas pela estrutura de um led elementar).

Como exemplos de aplicação encontramos LEDs aplicados em semáforos, brake-light de veículos (terceira luz de freio) e flashes de câmeras fotográficas. Diversas tecnologias vêm sendo exploradas para conseguir retirar uma quantidade maior de luz (mais lumens/watt, mais candelas) de um led e obter a coloração branca ou as demais cores secundárias e derivadas.

No campo de utilização de LEDs como fonte de luz para ambientes citamos o governo da Coréia, que proíbe desde 2006 a comercialização de lâmpadas incandescentes e proibirá o seu uso a partir de 2012. O mesmo pensa em obrigar a substituição destas LEDs.

Projetos distintos presentes no mercado permitem combinar leds das três cores primárias (azul, vermelho e verde) para se obter o branco. Trata-se de uma tecnologia bastante cara, mas com a melhor eficiência.

Uma segunda opção consiste em misturar as cores azul e amarela com uma cobertura fosfórica (e não mais três leds). Obtém-se o branco com temperatura de cor tendendo ao azul e uma eficiência mais baixa.

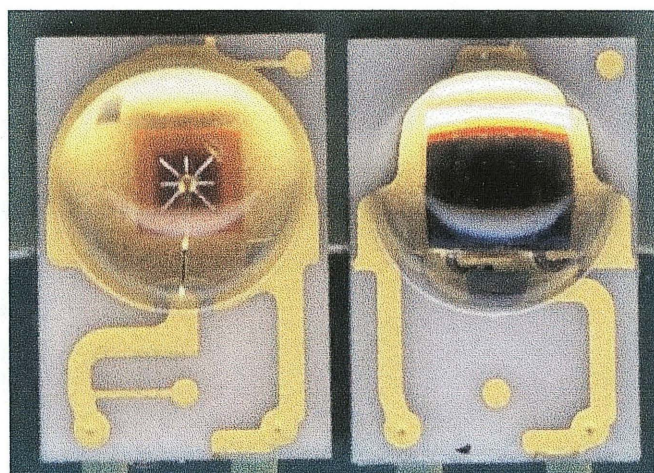
Uma terceira tecnologia consiste em gerar comprimentos de onda em ultravioleta (não visível). Adiciona-se então um filme fosfórico sobre a superfície do led que desvia o comprimento de onda para o espectro visível. Atualmente a eficiência máxima pode chegar a 80%.

A Vida Útil dos leds é caracterizada pela temperatura em que operam. Esta, por sua vez, tem uma relação direta com a potência fornecida. A potência é dada pela tensão e corrente elétricas inseridas nos terminais do dispositivo. Cada camada do dispositivo apresenta um coeficiente distinto de dissipação de calor. Geometrias menores apresentam custo menor de fabricação (menos material), mas podem ter degradação precoce em caso de necessidade de utilização de potência máxima.

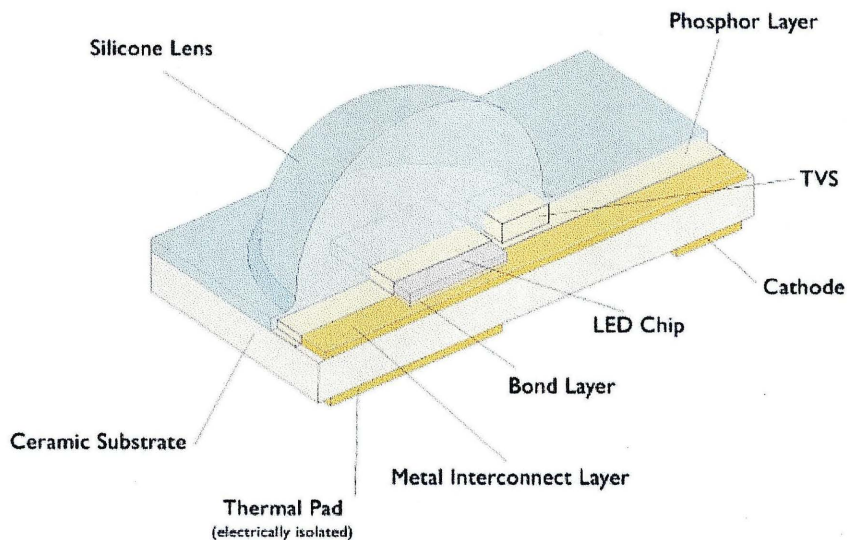
A Temperatura Interna do LED, na qual é gerada a diferença de potencial e conseqüente emissão de fótons, é chamada de Temperatura de Junção.

A Temperatura de Operação é a temperatura medida na superfície do LED. É normalmente menor, visto que os materiais condutivos que ligam o LED elementar ao sistema dissipam uma parte do calor produzido ao ambiente, que normalmente encontra-se em temperaturas inferiores.

A seguir é apresentado um exemplo de tecnologia de LED presente no mercado.



**Figura 10 - LUXEON Rebel – led azul de InGaN com cobertura de fósforo amarelado.**



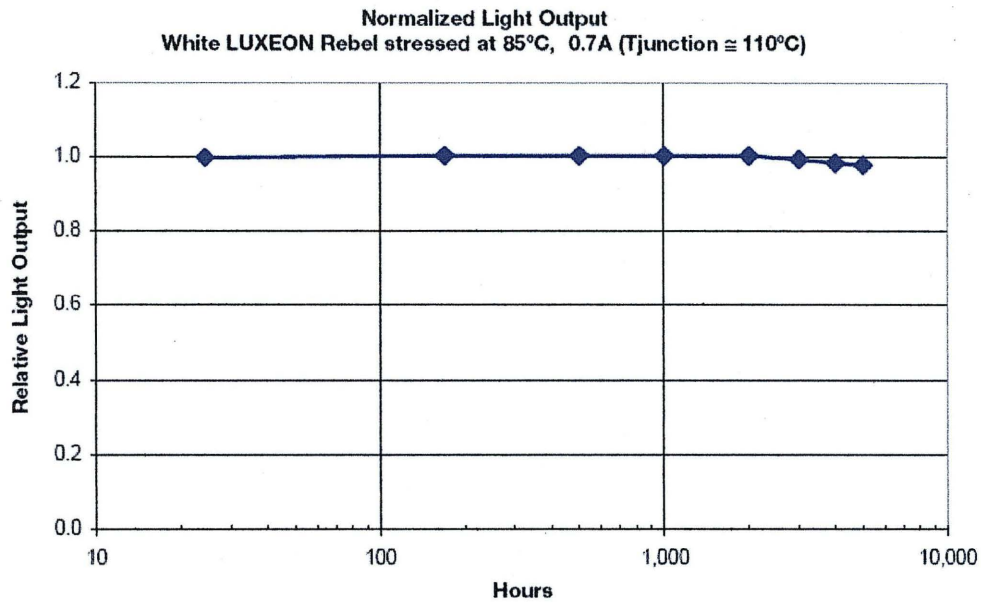
**Figura 11 - Definição técnica do Luxeon Rebel - modelo de tecnologia de leds com melhor eficiência disponível no mercado<sup>6</sup>.**

A degradação durante a vida útil pode ser definida pelos gráficos a seguir, em escala logarítmica. Consta-se que em todo o intervalo não houve degradação superior a 25% da luminosidade original para estas condições de temperatura e corrente. Alterando os valores de corrente<sup>7</sup> aplicada aos terminais do dispositivo e o de temperatura externa variamos a vida útil do conjunto.

6

- Ceramic substrate: substrato cerâmico, onde é apoiada a parte mecânica condutiva da tecnologia;
- Thermal Pad: apoio metálico térmico, para dissipação do calor na junção / encontro onde é gerada diferença de potencial e conseqüente emissão dos fótons de luz;
- Metal interconnect layer: camada metálica de conexão;
- Bond Layer: camada seladora;
- LED chip: o led especificamente;
- Cathode: cátodo, por onde circula a corrente elétrica. Trata-se do terminal positivo;
- TVS: componente com funções térmicas, elétricas e mecânicas
- Phosphor layer: camada de fósforo;
- Silicone lens: lentes, formadas de silicone

<sup>7</sup> E conseqüentemente os da temperatura de junção



**Figura 12 - Gráfico normalizado de caracterização de degradação em horas da luz emitida para o modelo Luxeon Rebel, cor branca, estressado em temperatura de 85°C, corrente de 0,7A e temperatura na junção de 110°C.**

Temperaturas de junção para o caso do InGaN Luxeon Rebel são caracterizadas por:

$$R_{\theta - \text{Junção} - \text{"thermal pad"}} = 10 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

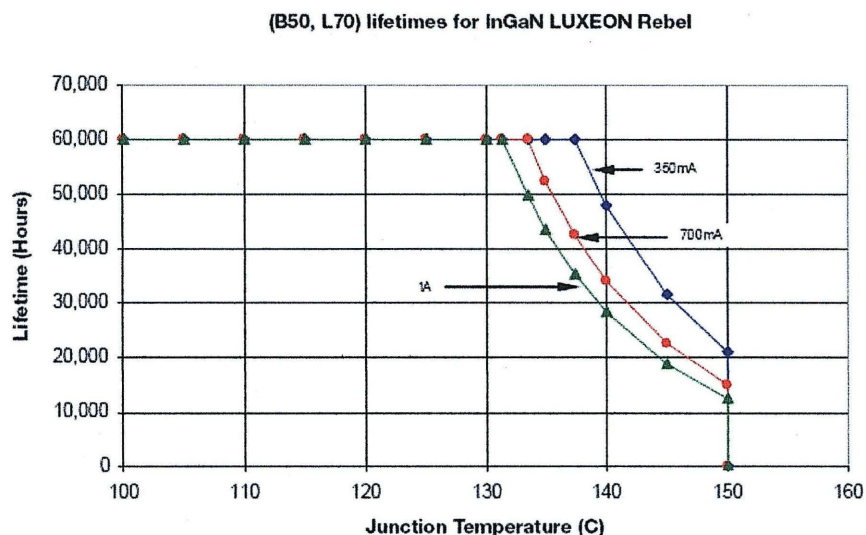
$$R_{\theta - \text{na platina metálica} - \text{"thermal pad"}} = 7,8 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

A relação entre a temperatura de junção atingida pela corrente fornecida é dada por:

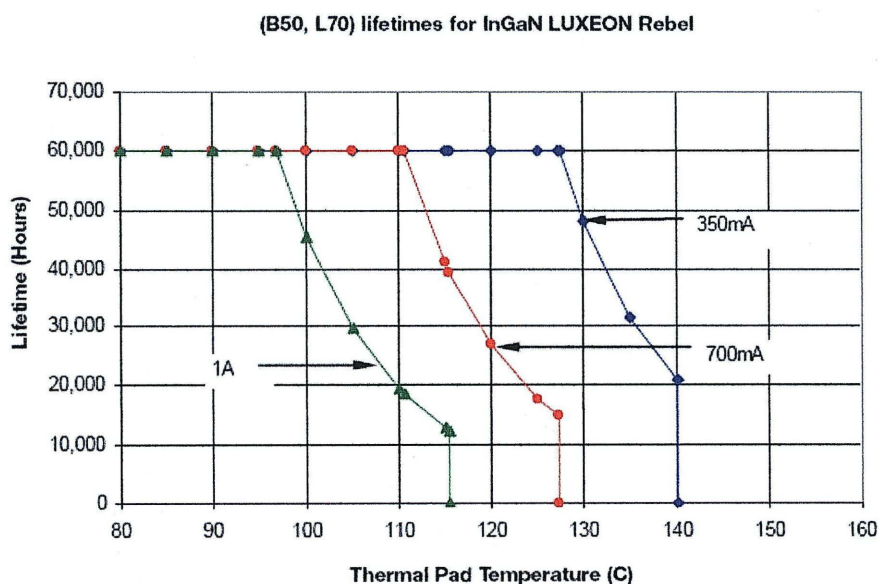
**Tabela 2 - Valores de temperaturas de junção com relação à corrente aplicada.**

Corrente Direta (I <sub>forward</sub> )	InGaN
0,35 A	10°C
0,4 A	12°C
0,5 A	15°C
0,6 A	19°C
0,7 A	23°C
1,0 A	34°C

O comportamento com relação à temperatura na junção dos materiais pode ser observado pelos gráficos a seguir. Eles relacionam a vida útil com a corrente elétrica fornecida, a conseqüente temperatura obtida na junção dos materiais que compõem o diodo e na união do mesmo com os materiais / contatos elétricos (figuras 13 14). Os diferentes comportamentos de um mesmo material permitem projetar diversas soluções com um mesmo componente, variando parâmetros como consumo, intensidade luminosa e vida útil.



**Figura 13 – Corrente fornecida caracterizando a temperatura de junção (eixo horizontal) por vida útil (vertical). No gráfico são indicados os valores de corrente elétrica<sup>8</sup> fornecidos para cada caso.**



**Figura 14 - Corrente fornecida caracterizando a temperatura nos terminais de contato elétrico - pads - (eixo horizontal) por vida útil (vertical).**

<sup>8</sup> Corrente Elétrica: sempre medida em ampères (A) e seus submúltiplos, miliampères (mA). 1A = 1.000mA

### 3 Proposta de solução técnica:

Será apresentada uma proposta técnica de produto e um estudo de industrialização do mesmo. Serão abordados aspectos de custos referentes ao produto e ao processo, bem como capacidade produtiva e distribuição de atividades.

#### 3.1 Definição das características do produto:

Quesitos básicos necessários para realizar o projeto técnico consistem em saber quais são as características do mercado e quais são as necessidades do cliente.

**Tabela 3 - Relacionando vida útil com eficiência energética para diferentes tipos de lâmpadas.**

Tipo de lâmpada	Intensidade luminosa	Vida útil
Incandescente	12 - 20 lm/W	De 750h a 3.000h <sup>9</sup>
Fluorescente	70 lm/W	De 3.000h a 9.000h
LED tipo Luxeon K2, Nichia, ...	80 – 180 lm/W 40 – 100 lm/W	de 10.000h a 60.000h

Alguns dados principais sobre as tecnologias disponíveis no mercado são apresentados a seguir.

<sup>9</sup> Em anexo apresenta-se uma lista com os valores de vida útil das lâmpadas incandescentes presentes no mercado brasileiro. São encontradas apenas lâmpadas com vida útil de até 1.000 h. Em outros países são encontradas lâmpadas incandescentes com até 3.000 h de vida útil.

**Tabela 4 - Relação custo-benefício de cada tipo de lâmpada distinto.**

Marca / Modelo	Durabilidade	Potência	Preço <sup>10</sup>	Fluxo Luminoso	Relação de durabilidade
Essential Philips Fluorescente Compacta	7.000 h	15 W	15,90	65 lm/W	0,0023 R\$/h
Keruma Fluorescente Compacta	4.000 h	15 W	7,90	55 lm/W	0,0019 R\$/h
Blister DuluxStar Branca Morna OSRAM	5.000 h	16 W	13,46	65 lm/W	0,0027 R\$/h
Essential Philips Fluorescente Compacta	6.000 h	13 W	14,76	70 lm/W	0,0025 R\$/h
FLC Fluorescente Compacta	5.000 h	15 W	9,98	55 lm/W	0,0020 R\$/h
Incandescente Osram	1.000 h	60 W	2,60	12 lm/W	0,0026 R\$/h
Incandescente Philips	1.000 h	60 W	2,81	12 lm/W	0,0028 R\$/h
Incandescente Philips	750 h	60 W	1,98	11 lm/W	0,0026 R\$/h

Baseado nestes dados de mercado é possível notar uma constante econômica na relação entre durabilidade e investimento realizado na aquisição da lâmpada. O custo reduzido na aquisição de uma lâmpada incandescente está diretamente relacionado com uma de menor durabilidade.

Apenas no fato de adquirir uma lâmpada fluorescente já temos o retorno do investimento sobre a vida útil da lâmpada. O "lucro" sobre este investimento é dado no melhor aproveitamento da energia.

Conforme abordado na revisão teórica, faz-se necessário definir alguns aspectos técnicos para guiar a escolha da tecnologia, dentre eles o fluxo luminoso, tensão de alimentação, geometria, disposição dos componentes para facilitar o processo produtivo

<sup>10</sup> Fonte : Supermercados Pão de Açúcar, Lojas Americanas e Hipermercados Extra, março de 2008.

e permitir uma iluminação homogênea, potência consumida, vida útil, temperatura de cor e até a embalagem em que será comercializado.

Na caracterização dos sistemas de iluminação uma lâmpada incandescente apresenta eficiência de 17 lm/W e uma fluorescente, 70 lm/W. Este comparativo prova que as lâmpadas fluorescentes consomem aproximadamente quatro vezes menos energia que as incandescentes. Desta relação vemos que o consumidor de uma lâmpada de 60 W incandescente ou de 15 W fluorescente recebe 1.000 lm de luz em média.

A relação matemática da quantidade de lm/W emitidos pelo sistema nos dará, de maneira grosseira, a economia que poderá ser gerada diretamente no consumo de energia.

Com base nestes conceitos são definidas as necessidades do cliente:

- Iluminação residencial de pequenos ambientes: 1.000 lm;
- Iluminação residencial de ambientes médios: 2.500 lm;
- Iluminação de grandes ambientes: 4.000 lm;
- Eficiência: superior à 70 lm/W;
- Vida útil: relação entre o custo, o valor pago pelo cliente e as características técnicas dos componentes eletrônicos;
- Custo final: relação econômica entre o consumo e a vida útil, com o mesmo fluxo luminoso.

Definidas as necessidades do mercado verificamos as características técnicas que mais se adaptam a elas.

As limitações técnicas estão na vida útil, tamanho e tecnologia dos componentes eletrônicos, facilidade de montagem e custo.

Algumas observações prévias:

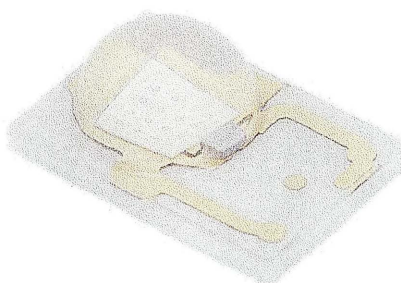
- O consumo médio residencial é de 1.000 h/ano, de acordo com a Osram<sup>11</sup>.
- O consumidor já paga valores distintos por potência e vida útil. A melhor relação apresenta R\$ 0,0019/h, sendo esta relação calculada pelo valor da lâmpada dividido por sua vida útil.

---

<sup>11</sup> Osram: fabricante de lâmpadas. Extraído do site; [www.osram.com.br](http://www.osram.com.br).

### 3.1.1 Definição do LED:

Para o caso dos LEDs, uma boa proposta são os da família Luxeon Rebel, analisados a seguir. Diversos modelos se fazem presentes. Os valores de corrente consumida variam de 350 mA a 1.000 mA e os de Fluxo Luminoso de 40 a 100 lm. O ângulo de visão ou ângulo de iluminação proposto pela fonte luminosa é de 140°, os valores de tensão de operação variam de 2,55 V a 3,99 V e os de vida útil de 10.000 h a 60.000 h.



**Figura 15 - Luxeon Rebel - Philips Lumileds.**

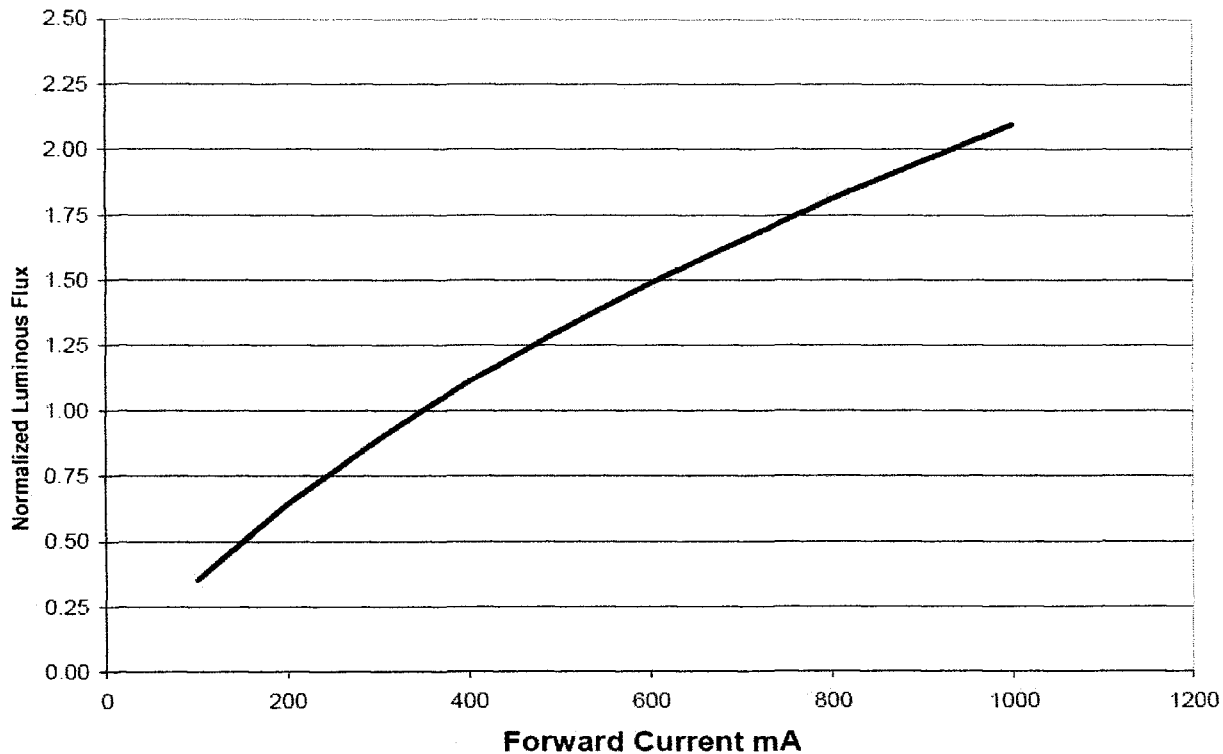
Suas especificações são apresentadas nas tabelas e gráficos a seguir. Os valores considerados referem-se a uma temperatura ambiente de 25 °C e a uma temperatura de junção (temperatura interna no “núcleo” do componente) de 110 °C. Os valores de temperatura de operação estão compreendidos entre 40 °C negativos e 136 °C positivos.

Na tabela 5 encontramos a relação entre o fluxo luminoso emitido e a corrente consumida.

**Tabela 5 - Especificações técnicas dos modelos de LEDs da família Luxeon Rebel. O fluxo luminoso varia de acordo com a corrente consumida.**

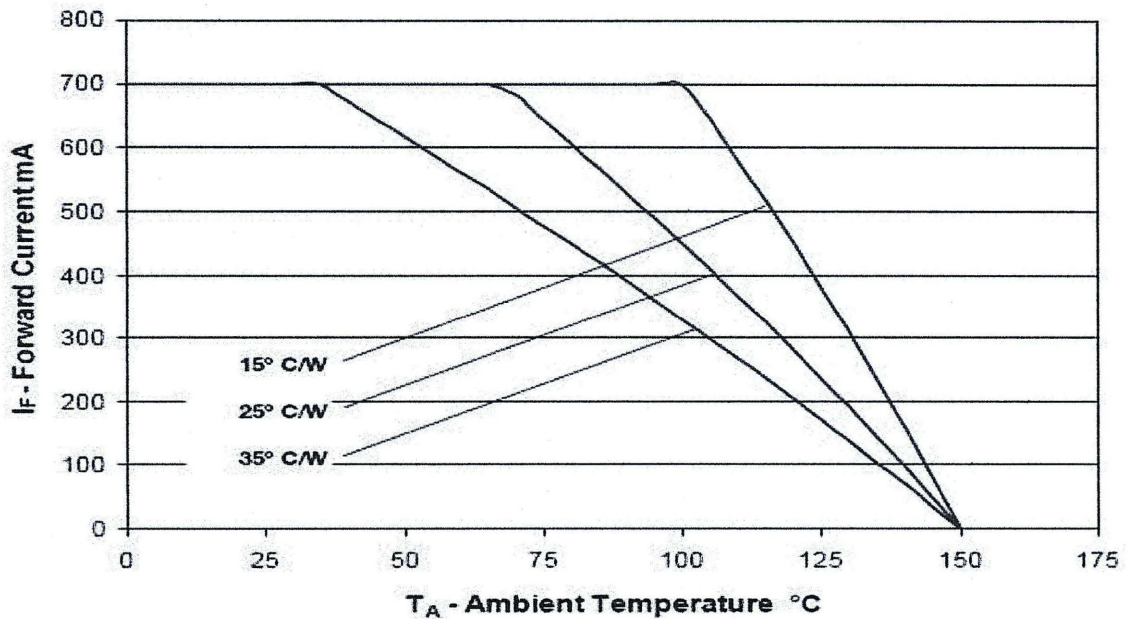
Coloração	Modelo	Fluxo Luminoso (lm)	Corrente de operação (mA)	Fluxo Luminoso (lm)	Corrente de operação (mA)	
Branco Frio	LXML-PWC1-	0040	40	350	80	700
		0050	50		95	
		0070	70		130	
		0080	80		145	
		0090	90		160	
		0100	100		180	
Branco Neutro	LXML-PWN1-	0040	40	350	80	700
		0050	50		95	
		0070	70		130	
		0080	80		145	
Branco Morno	LXML-PWW1-	0040	40	350	80	700
		0050	50		95	
		0060	60		110	

Na figura 16 é apresentada a relação de consumo de corrente por fluxo luminoso normalizado.

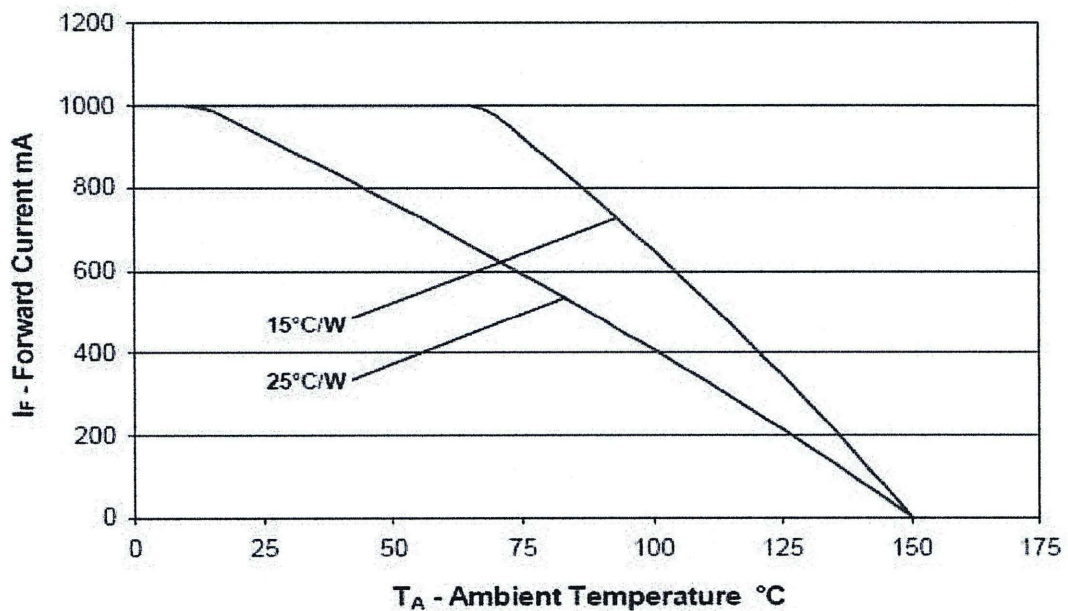


**Figura 16 - Corrente consumida (mA) por fluxo luminoso normalizado.**





**Figura 18 - Comportamento da corrente direta consumida em função da temperatura ambiente para diferentes coeficientes de variação de temperatura por potência. Caso 700 mA.**



**Figura 19 - Comportamento da corrente direta consumida em função da temperatura ambiente para diferentes coeficientes de variação de temperatura por potência. Caso 1.000 mA.**

Além da temperatura ambiente e a temperatura no interior do componente LED, outro fator que influencia a emissão de luz é a temperatura no contato do LED com a placa eletrônica. Este valor de temperatura estará sempre entre a temperatura ambiente e a temperatura de junção. A dissipação de calor do interior do LED ao exterior se faz

por esta região. Amplitude da superfície metálica, ventilação e incidência solar são alguns fatores que influenciam este valor a tender para mais próximo ao da temperatura ambiente ou para a temperatura de junção.

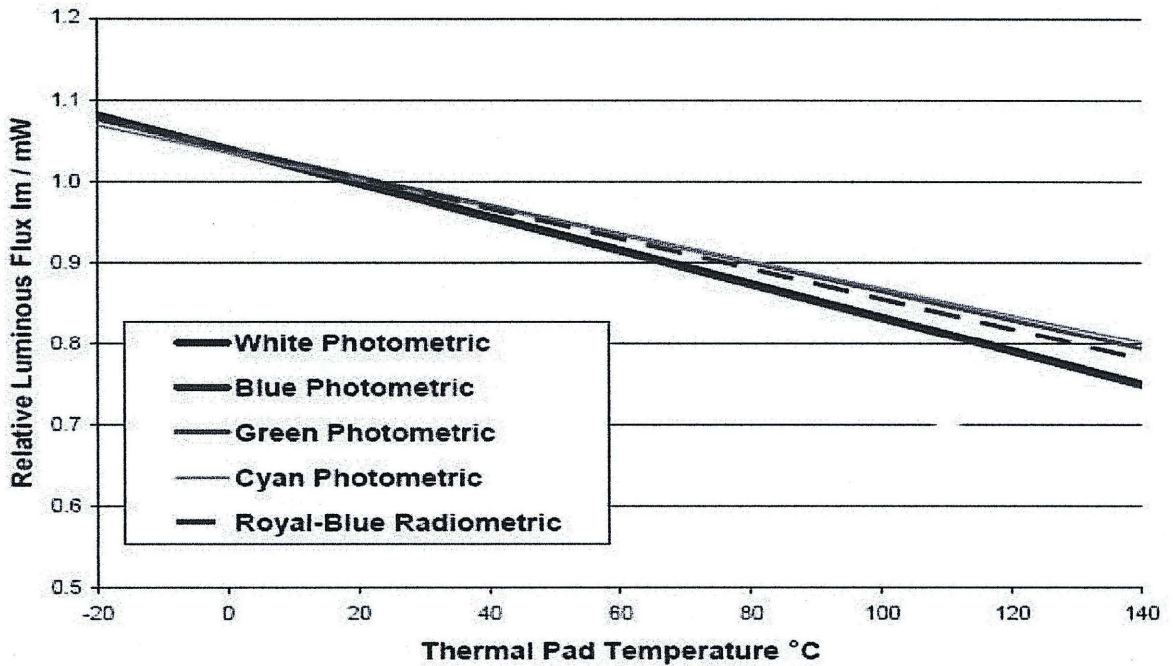


Figura 20 - Temperatura de contato em °C versus fluxo luminoso relativo em lm/mW <sup>12</sup>.

Os valores de distribuição do espectro de forma relativa e via representação polar estão caracterizados nas figuras de 21 a 25.

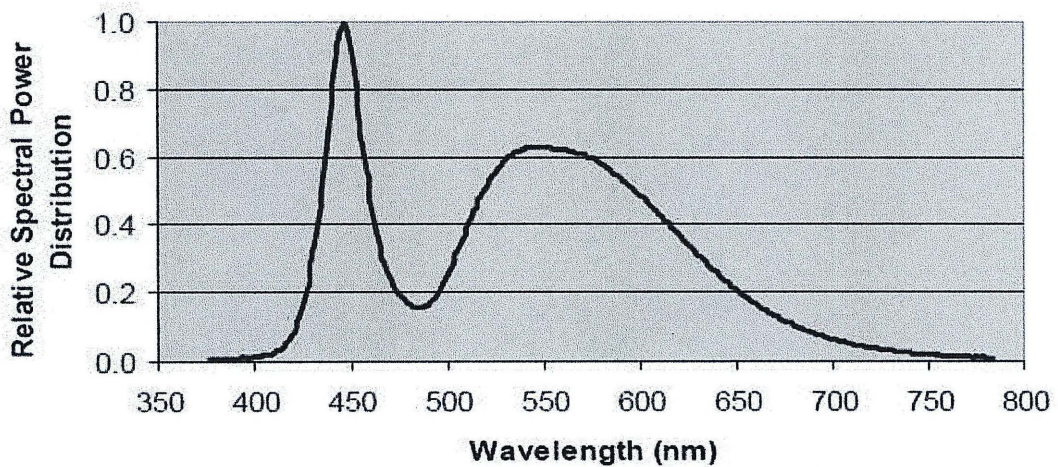
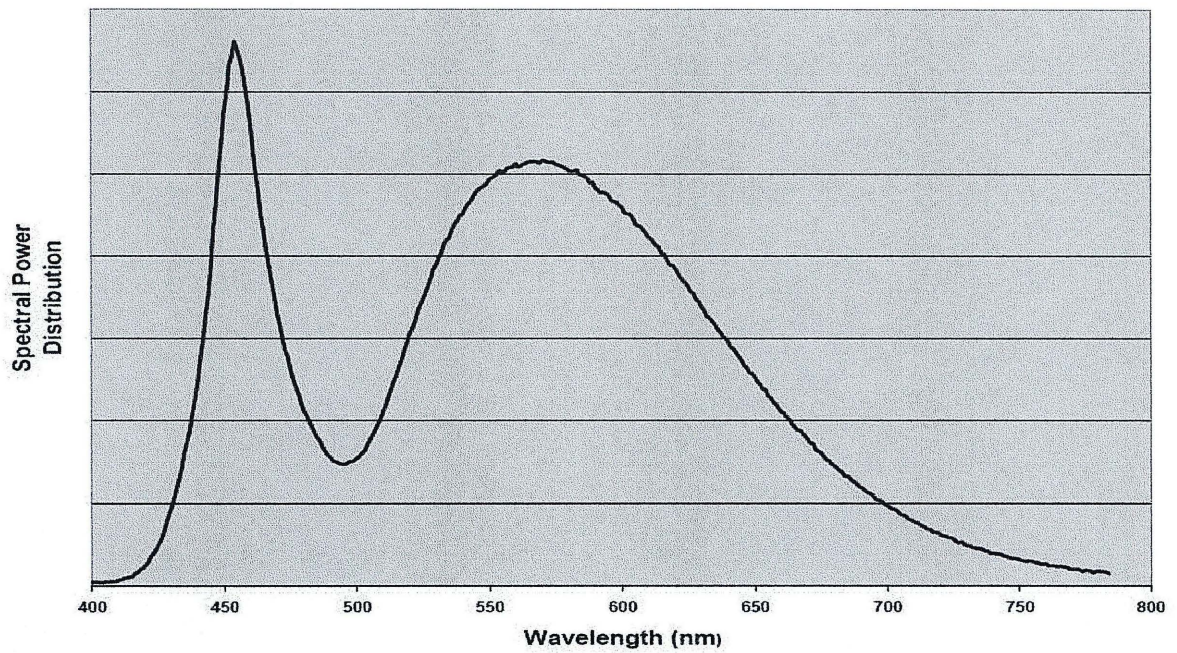
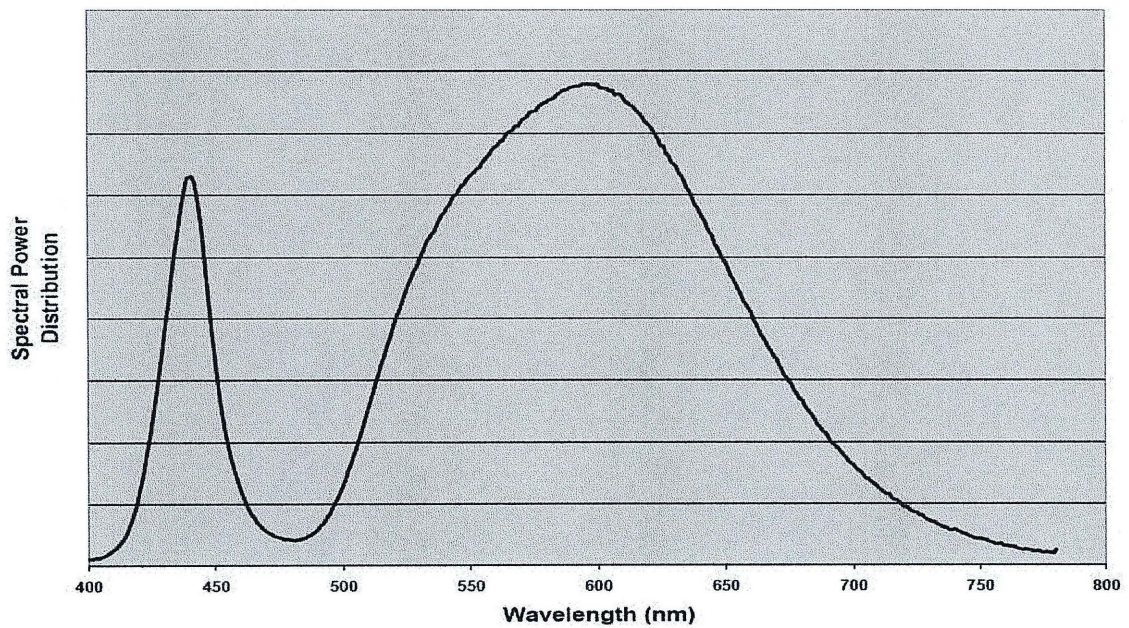


Figura 21 - Distribuição Espectral em função do comprimento de onda para o branco com temperatura de cor fria <sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Para passar da escala de lm/mW para lm/W, basta multiplicar o valor da escala do eixo das ordenadas por 1.000.



**Figura 22 - Distribuição Espectral em função do comprimento de onda para o branco com temperatura de cor neutra.**



**Figura 23 - Distribuição Espectral em função do comprimento de onda para o branco com temperatura de cor tendendo ao quente.**

- Wavelength, do inglês Comprimento de onda;
- Spectral Power Distribution, do inglês Distribuição Espectral de Potência.



Figura 24 - Deslocamento angular por intensidade relativa para os três casos de LEDs brancos.

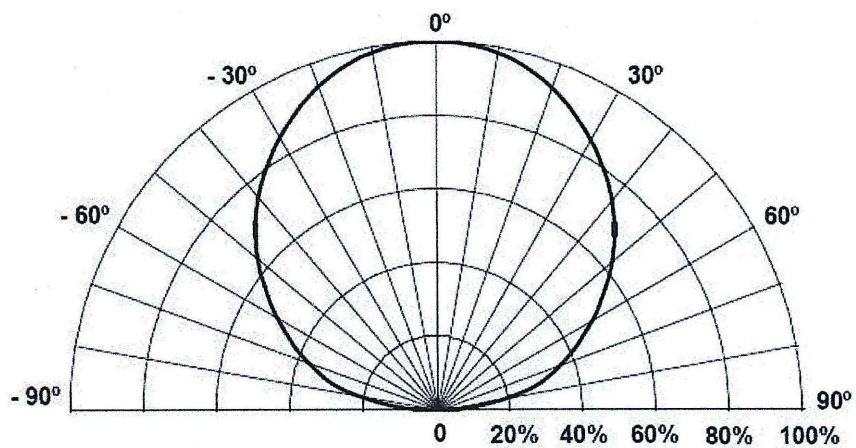


Figura 25 - Diagrama polar para os três casos de LEDs brancos.

Na tabela 6 é apresentado um resumo destas características para os três tipos de LEDs com potencial de aplicação no projeto técnico.

**Tabela 6 - Características óticas para os três modelos de LEDs brancos, medidas com parâmetros de corrente direta de 350mA e temperatura de contato de 25°C.**

Modelo	Temperatura de Cor para o comprimento de onda dominante ou de pico			Ângulo Total <sup>14</sup>	Ângulo Visível <sup>15</sup>
	mínimo	típico	Máximo		
Branco Frio	4.500 K	6.500 K	10.000 K	160 °	140 °
Branco Neutro	3.500 K	4.100 K	4.500 K	160 °	140 °
Branco Morno	2.670 K	3.100 K	3.500 K	160 °	140 °

Baseado nestes primeiros dados pode-se supor que a escolha da corrente de operação ficará entre os valores de 700 mA e 1.000 mA para instalações residenciais e de pequenas indústrias. Para iluminação pública levaria-se em conta também valores de corrente de 350 mA, se considerados diferentes posicionamentos das lâmpadas e sistemas de resfriamento.

Pela figura 20, Temperatura de contato em °C versus fluxo luminoso relativo, não são apresentadas grandes variações de fluxo para os três tipos de branco da tabela 6, o que nos permitirá uma maior flexibilidade na linha de produção para melhor atender a demanda de mercado sem grandes alterações no projeto.

Pela Figura 16 constata-se uma grande diferença entre os valores de fluxo luminoso fornecido para o caso de corrente direta de 350 mA e para valores entre 700 mA e 1.000 mA. Para o primeiro, de acordo com a escala normalizada fornecida, a relação é de 0,75. Já para o segundo são entregues valores de 1,70 a 2,1. Isto significa a utilização de menos LEDs para a produção de uma mesma quantidade de luz.

A factibilidade da solução com valores de 350 mA, 700 mA e/ou 1.000 mA é verificada igualmente pelos gráficos de vida útil por temperatura das figuras 13 e 14 (seção 2.2). Para 50.000h de vida útil, a temperatura de junção para o caso de 1.000 mA não deve ultrapassar 133 °C. Para 700 mA, 136 °C e para 350 mA, 138 °C. Importante notar que pequenas variações de temperatura em valores próximos de 130 °C acarretam grandes variações de vida útil. O fim de vida pode ser analisado em 150 °C, temperatura

<sup>14</sup> ângulo total é aquele onde 90% do fluxo luminoso total é capturado

<sup>15</sup> ângulo visível é aquele até onde ocorre a metade da intensidade luminosa com relação ao eixo central da lâmpada

na qual os LEDs duram 12.000 h para 350 mA, 15.000 h para 700 mA e 20.000 h para 1.000 mA. O projeto deve prever então que a temperatura de junção não ultrapasse 130°C. Esta temperatura está relacionada com a temperatura ambiente e é sempre superior à mesma.

No quesito dissipação de calor é verificada a maior diferença entre as opções de operação em corrente direta. Nas figuras 17, 18 e 19 são apresentadas curvas de coeficientes de temperatura por potência em função da temperatura ambiente. No quesito iluminação residencial, iluminação predial ou de pequenas indústrias com temperatura controlada é apresentada como boa opção à iluminação a 1.000mA, desde que a relação temperatura/potência seja mantida em 15°C/W. Este coeficiente é intrínseco do projeto e depende da arquitetura de luminária e processo de montagem adotados. Quanto maior a área de dissipação de calor alocada, quanto maiores as trilhas de alimentação de corrente, quanto mais condutiva elétrica e termicamente o circuito eletrônico e o conjunto for, mais próximo estaremos deste valor.

Para o caso de 700 mA, verifica-se que qualquer opção adotada apresentará boa operação a temperaturas ambientes, desde que respeitadas as faixas de 35 °C/W a 15 °C/W. O processo produtivo manual apresenta a característica de grandes diferenças na quantidade de solda que é aplicada aos terminais dos componentes. O processo deve, contudo, garantir a aplicação de uma quantidade mínima a fim de garantir valores inferiores a 35 °C/W<sup>16</sup>. Idem para o projeto mecânico, através do distanciamento entre os componentes eletrônicos, da geometria e dimensão das trilhas e da condutividade térmica do material adotado. Será considerado este valor para o projeto de iluminação residencial / predial.

Para o campo de iluminação pública deve-se determinar qual o valor da temperatura ambiente (a ser medida dentro da luminária ofertada). Uma boa aproximação pode ser fornecida comparando com o caderno de encargos do meio automotivo. Nele encontramos que os componentes plásticos, mecânicos e eletrônicos devem suportar temperaturas de até 70 °C<sup>17</sup> a 85 °C<sup>18</sup>. Analisando a Figura 18 (700 mA) verifica-se que para uma temperatura ambiente de 70 °C o circuito irá operar em 500 mA

---

<sup>16</sup> infelizmente não serão apresentados dados de cálculo e projeto de dissipação de calor para estivar qual o valor ideal de corrente a ser consumida (700 mA ou 1.000 mA) por não ser este o escopo do trabalho.

<sup>17</sup> Caderno de Encargos Schinwa, "Temperature operation of CD-Mechanisms".

<sup>18</sup> Caderno de Encargos montadora automotiva, "Interior Trim Parts".

para curva de 35 °C/W e a 690mA para a curva de 25 °C/W. Para 15 °C/W o sistema irá operar a correntes de 700 mA, valor máximo, a até 100 °C.

Analisando a figura 17 (curva de 350 mA) pode ser observada operação sem risco para qualquer caso de aplicação.

Para definir o espaçamento dos LEDs e conseqüentemente o potencial de dissipação de calor analisamos as figuras de 17 a 19 e um valor médio de dissipação de calor em circuitos eletrônicos com relação a uma placa padrão e diferentes posicionamentos eletrônicos. Alguns centímetros são necessários para atingir 95% de dissipação de calor para a referida tecnologia. A confirmação da possibilidade de espaçamento pode ser obtida das figuras 24 e 25, a qual nos apresenta que podemos ter uma dezena de centímetros entre cada LED para não percebermos pontos de maior e menor brilho sobre a superfície iluminada para um ambiente residencial padrão<sup>19</sup>. Será levado em conta um espaçamento mínimo de 3 cm entre cada LED.

A escolha do valor de corrente levará em conta a transversalidade da tecnologia e os valores econômicos e de fluxo luminoso envolvidos. Na tabela 6 são apresentadas algumas opções de interesse. Será levada em conta a cor branca fria e a neutra. Tomando como base a versão LXML PWC1-0080, esta gera 80 lm quando alimentada com 350 mA e 145 lm quando alimentada com 700 mA. Isto significa que para o mesmo LED, alimentado com o dobro de potência, obtém-se 81% a mais de fluxo luminoso. Como o fator custo se mostrou o mais crítico na pesquisa de mercado frente aos demais conceitos e o tempo de ciclo para montar o conjunto diminui com a utilização de apenas um LED ao invés de dois, será considerado o valor de corrente 700 mA.

Na tabela 7 são listadas três tecnologias de interesse, extraídas da tabela 5.

---

<sup>19</sup> pior caso: ambiente residencial com pé direito de 2,60 m.

**Tabela 7 - Três opções de tecnologia. Considerado apenas o valor de operação com 700 mA.**

Família	Corrente aplicada (mA)	Fluxo luminoso (lm)	Quantidade de LEDs para 1000lm	Fluxo luminoso real obtido (lm)
LXML PXC1-0800	700	145	7	1015
LXML PXC1-0100	700	180	6	1080
LXML PXN1-0080	700	145	7	1015

O custo de LXML PXC1-0800 é aproximadamente 20% inferior aos demais. Apesar de usar um LED a mais que o LXML PXC1-0100 ele ainda se mantém interessante no balanço econômico e será a base para o desenvolvimento deste projeto.

### **3.1.2 Definição das características dos demais componentes eletrônicos:**

- Vida útil de 50.000h nas condições de alimentação do LED;
- Coeficiente de dissipação de calor compatível com a tecnologia escolhida (de 15°C/W à 35°C/W). Deve respeitar distanciamento adequado para não influenciar nos coeficientes de temperatura de junção, do substrato e do ambiente;
- Capacidade de suportar correntes diretas em modo contínuo de até 1.000mA;
- Suportar as variações da rede de energia. Considerado 20% por curto intervalo de tempo;
- Operação em múltiplos de 2,55V e 3,99V - DC;
- Converter energia da rede, 127V AC para o valor DC final variável (para o caso de iluminação a 7 LEDs, 18V à 27V);

- Operar em temperatura ambiente compatível com as dos demais componentes (85°C à 135°C);
- A definir a tecnologia: THT ou SMD.

Ao contrário dos LEDs, para os demais componentes são encontradas inúmeras opções no mercado. Elas não serão tratadas com tanto critério. Um resumo incluindo seu custo é apresentado nas tabelas 10 e 11, após a definição do processo de montagem.

### 3.1.3 Definição da Geometria da Lâmpada:

Uma das características desta tecnologia é a necessidade de se adicionarem diversos leds a uma estrutura para possibilitar a extração de uma adequada intensidade luminosa para o ambiente determinado. Com isto propomos projetar uma estrutura modular.

Seriam módulos iguais, fornecendo uma intensidade luminosa equivalente a uma lâmpada de 1.000 lumens. Para ambientes maiores, seriam adicionados mais módulos. Alguns exemplos de aplicação se seguem.

A estrutura destas lâmpadas seria composta por versões múltiplas de 1.000 lm em substituição das lâmpadas de 60 W incandescentes / 15 W fluorescentes:

- estrutura capaz de aceitar um módulo apenas;
- estrutura para aceitar n módulos (de acordo com as necessidades e volume contratado).

A seguir serão apresentadas algumas propostas preliminares de solução.

A primeira representa a luminária. Uma boa opção para tornar a luz difusa, visto do ângulo de iluminação dos LEDs, é a cobertura plástica descrita na figura 26. Além da tecnologia escondida, teremos também maior liberdade para alocar a eletrônica.

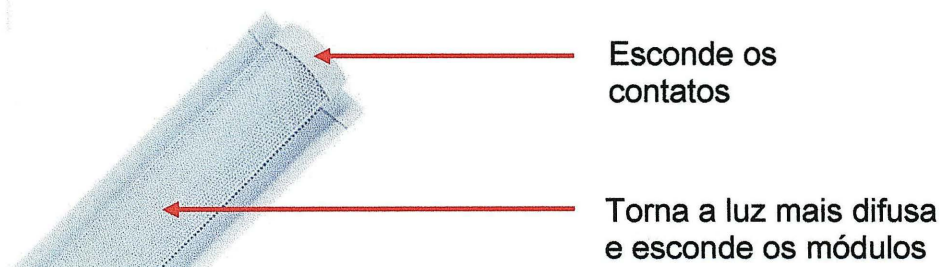
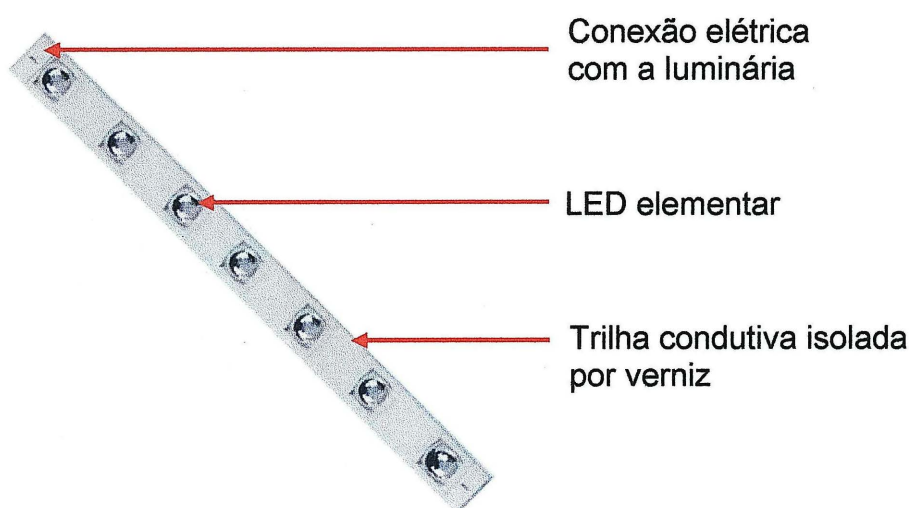


Figura 26- exemplo de luminária a ser utilizada<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Foto meramente ilustrativa e fora de escala. Não deve ser considerada como proposta final. Utilizada aqui para uma primeira análise de factibilidade do projeto. Pode ser empregada dentro do contexto desta proposta.

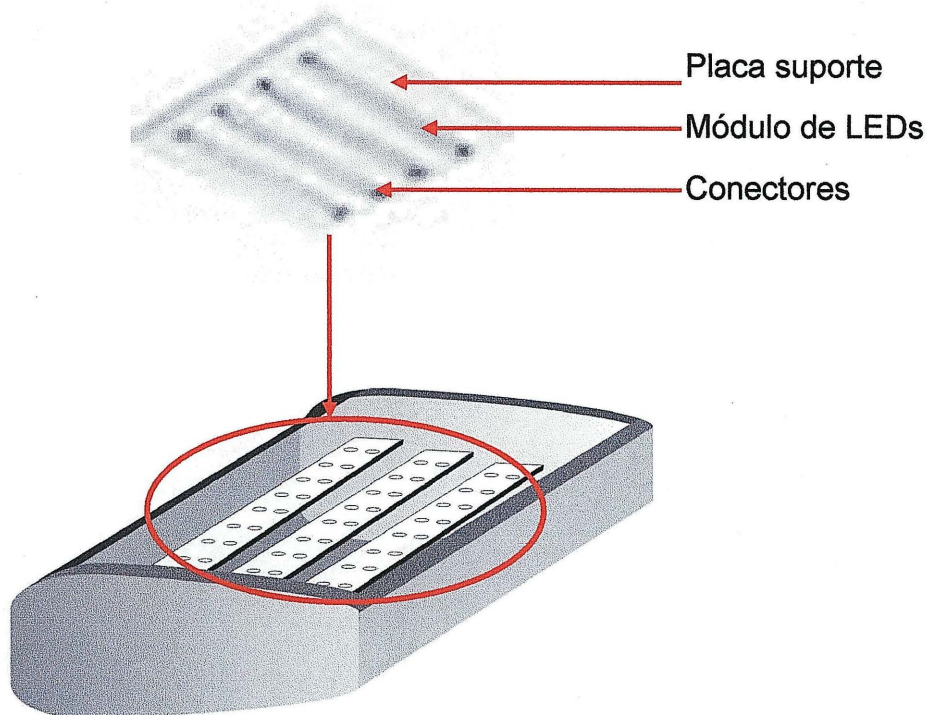
Na figura 27 é apresentada uma proposta de módulo de LED. Trata-se de uma estrutura bastante simples em que os LEDs são dispostos igualmente espaçados. Considerando o processo produtivo manual adotado, poucas implicações se fazem presentes. Para os efeitos de dissipação de temperatura, o espaçamento mínimo do projeto será atendido.

Nesta representação é visualizada uma pequena depressão em forma circular. Nela poderão ser colocados os contatos eletrônicos. Positivo em uma das extremidades e negativo em outra. A representação esquemática das trilhas condutivas não será representada. Consiste em ligar em série os LEDs, e permite ter toda a superfície da placa recoberta com material condutivo tipo verniz para facilitar a dissipação térmica e favorecer o isolamento eletrônico, além bloquear o envelhecimento e a oxidação de sua superfície.



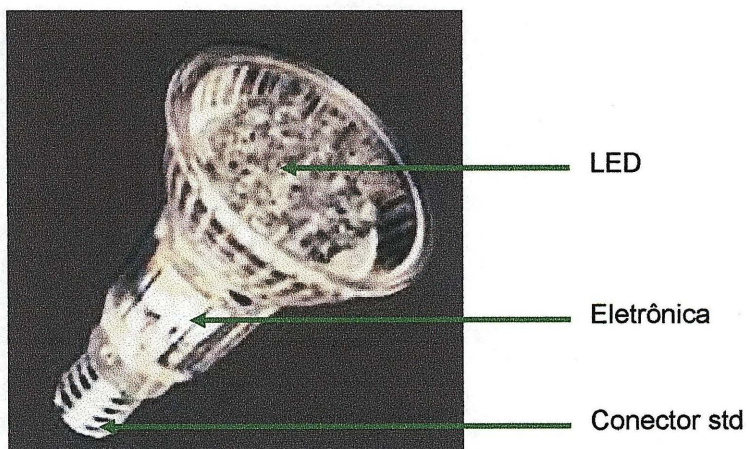
**Figura 27 - Esboço - módulo elementar de LEDs**

Em se tratando de uma estrutura capaz de armazenar diversos destes módulos dentro de uma luminária, o suporte interno proposto na figura 28. Nele são montados os módulos representados acima. Esta configuração permite a troca de apenas um módulo por vez.



**Figura 28 - Estrutura interna da luminária com o suporte para diversos módulos**

Exemplos de aplicação são apresentados na seqüência. Estes são dispositivos já disponíveis no mercado:



**Figura 29 - exemplo de lâmpada baseada em LED com conector convencional.**

### 3.2 Caracterização do Processo de Fabricação:

O Processo de Fabricação consistirá em duas linhas manuais<sup>21</sup>.

A primeira destina-se para a montagem de placas pré-definidas e compradas de um fornecedor, preferencialmente presente na região de Curitiba, embalados de forma a se disporem corretamente na linha de montagem e apresentarem o menor custo logístico e de peças. Os LEDs serão comprados em grandes quantidades de acordo com a negociação de custo e serão postos em um grande funil permitindo a retirada individual dos mesmos pelos operadores. O carretel de solda para realizar a fixação dos leds sobre a placa de circuito impresso também será de um padrão existente no mercado.

A tecnologia de solda será uma escolha entre:

- SMD (Dispositivo montado sobre a superfície): evita o custo de furação das placas, apresenta a possibilidade de obter um menor tamanho das mesmas e uma melhor performance do sistema. Quanto à facilidade de operação (montagem), esta é um pouco mais delicada por apresentar maiores riscos de queima de componentes pelo ato de soldar. Contudo há uma maior agilidade no processo global pelo fato de não precisarmos inserir o componente em um orifício e posteriormente cortar os excessos de seus terminais. Requer funcionários com maior nível de experiência e / ou capacitação;
- THT (Dispositivo montado através de um orifício): esta tecnologia é a mais comum para montagem de equipamentos em linhas não automatizadas. É bastante antiga e requer maior tempo de execução. Necessita funcionários com pouca experiência e formação básica. O rendimento das lâmpadas não é tão alto quanto aos de SMD, além de apresentar custo / peça mais elevado;

A segunda linha destina-se à confecção de luminárias capazes de se adaptar às diferentes tecnologias de acoplamento à rede elétrica existentes no mercado. Neste estudo será prevista uma luminária convencional para possibilitar o estudo de viabilidade. Para concorrências públicas serão estudadas arquiteturas que se adaptem ao ambiente na qual serão inseridas e à intensidade luminosa desejada.

---

<sup>21</sup> pode-se considerar, na prática, apenas uma linha comunalizada para os dois produtos, porém para efeitos de compreensão, serão consideradas primeiramente projetos separados.

A seguir é apresentado o Fluxo do Processo da produção das placas de iluminação:

		Equipamentos	Operação a ser realizada	Tempo	Quantidade de operadores <sup>22</sup>
1 e 2	Estoque de Placas; Estoque de LEDs; Estoque de terminais.	1- de assistência à coleta e deposição dos leds sobre as placas (pinças, etc...);  2- de solda dos LEDs e retirada dos fluidos de solda nocivos	Inserção / Deposição e solda manual.	40 segundos	2
3	Gaveteiro para peças descartadas e de retrabalho;  "Pallet" de transporte de lotes de placas montadas	Sistema de alimentação de energia equivalente ao das luminárias	Teste de funcionamento: alimentar e "chacoalhar" três vezes. Passagem ao próximo posto ou colocação no pallet.	5 segundos	1
4	Embalagens individuais desmontadas;	---	Dobra da embalagem e alocação do módulo em seu interior	15 segundos	

<sup>22</sup> Considerado, após análise desta tabela, um operador consumindo o equivalente a 20 segundos como tempo padrão. Não necessariamente serão previstos exatamente este número de pessoas trabalhando na empresa, mas números múltiplos desta fração.

			Colocação das embalagens no interior do "cartão" de embarque (papelão);		
5	Embalagem tipo cartão, manuseio de estoque, reposição de componentes no bordo de linha.	Equipamentos manuais diversos de manuseio de estoques	Colocação na embalagem final de expedição, reabastecimento da linha, transporte de embalagens até a área de expedição, pequenas manutenções mecânicas.	20 segundos (média somando o tempo total de operações)	1

**Figura 30 - Fluxo de produção caso 01.**

Constatamos um tempo total de ciclo de 80 segundos para a produção de módulos de iluminação para o mercado de reposição e de 45 segundos para a confecção das placas de LEDs para uso interno nas luminárias novas.

Para as luminárias e sua montagem completa é apresentado o mesmo raciocínio, com a distinção dos dois operadores da tarefa 1 do quadro de confecção dos LEDs para tarefas distintas. Um operador continuaria dedicado à tarefa 1 e outro passaria a se dedicar às tarefas 2 e 3.

		Equipamentos	Operação a ser realizada	Tempo	Quantidade de operadores
1	Estoque de Placas; Estoque de componentes eletrônicos de controle de potência / reguladores de tensão; Estoque de terminais.	1- de assistência à coleta e deposição dos componentes eletrônicos sobre as placas (pinças, etc...);  2- de solda dos componentes eletrônicos. e retirada dos fluidos de solda nocivos;	Inserção / Deposição e solda manual	40 segundos	1
2	Gaveteiro para peças descartadas e de retrabalho	Sistema de alimentação de energia equivalente ao da rede elétrica onde será instalado	Teste de funcionamento dos terminais de colocação dos módulos tipo multímetro	5 segundos	1
3	Componentes discretos da luminária, adaptados dos provenientes do mercado.	de fixação dos componentes da luminária em seu conjunto, incluindo parafusadeira	Montagem dos componentes mecânicos da luminária juntamente com o módulo eletrônico	35 segundos	

		suspensa;	e o módulo de LEDs Teste de resistência por torção, compressão e distensão manual + chacoalhar;		
4		Sistema de alimentação convencional	Teste Final de funcionamento	5 segundos	1
5	Embalagens individuais desmontadas;  "Pallet" de transporte de lotes de placas montadas	---	Dobrar a embalagem e alocar o módulo em seu interior  Alocar as embalagens no interior do "cartão" de embarque (papelão)	15 segundos	
6	Embalagem tipo cartão, manuseio de estoque, reposição de componentes no bordo de linha.	Equipamentos manuais diversos de manuseio de estoques	Reabastecimento da linha, transporte de embalagens até a área de expedição, pequenas manutenções mecânicas.	20 segundos (média somando o tempo total de operações)	1

Figura 31 - Fluxo de produção caso 02.

É interessante ressaltar que o número de operadores permaneceu o mesmo (quatro). O tempo de ciclo também, 80 segundos.

Pode ser cogitada ainda a possibilidade de utilizar dois ciclos de 40 segundos para a produção dos módulos, caso a realização do teste de funcionamento seja feito pelo próprio operador das tarefas 1 e 2 sem a perda de eficiência no tempo de ciclo.

Para as áreas de suporte são necessárias ainda:

**Tabela 8 - Quantidade de pessoas por atividade.**

Atividade	Nº de pessoas
Gestão, RH/Finanças, Prospecção de Mercados (Externo), Marketing.	1
Supervisão e Manutenção Equipamentos	1
P&D, novas tecnologias, compras.	1
Operador "Coringa" / Limpeza / Manutenção do Ambiente	1

Com isto verificamos ter um gasto com 4 pessoas na área de suporte à fábrica e um número múltiplo de 4 para a área de fabricação.

Utilizando uma aproximação grosseira para calcularmos os encargos com operários na linha de produção chegamos ao valor da tabela 9 para os salários da mão-de-obra direta.

Para a mão de obra suporte será utilizado o mesmo raciocínio, com as mesmas porcentagens, como título de ilustração para o processo decisório<sup>23</sup>.

---

<sup>23</sup> Um cálculo mais apurado se fará necessário após a decisão do projeto, no qual serão negociados salários com os candidatos entrevistados. Para garantir uma margem de segurança nas aproximações será utilizado um coeficiente de correção final dos valores – CG – de 1,6. Ele leva em conta eventuais mudanças legislativas, de impostos, aumentos salariais e demais adversidades.

**Tabela 9 – despesas empregatícias estimadas incluindo despesas, encargos e impostos**

<b>Função</b>	<b>Salário base MOD<sup>24</sup> / MOS<sup>25</sup> (R\$)</b>	<b>Encargos / Despesas Gerais e Governamentais<sup>26</sup></b>	<b>TOTAL = N° x CG<sup>27</sup></b>
Operador (x4)	800,00 x 4	3.680,00	11.008,00
Operador / Coringa	1.100,00	1.265,00	3.784,00
Gestão	4.200,00	4.830,00	14.448,00
Supervisão	3.600,00	4.140,00	12.384,00
P&D	3.800,00	4.370,00	13.072,00
<b>TOTAL</b>	<b>15.900,00</b>	<b>18.285,00</b>	<b>54.696,00</b>

O total de despesas fixas com funcionários torna-se da ordem de R\$ 55.000,00. Este valor deverá ser distribuído no preço de cada peça produzida ao longo do mês.

Considerando o ciclo de 80 segundos para produção de cada lâmpada (1 minuto e 20 segundos) faremos uma simulação, presente na tabela 10, para avaliar a linha produzindo a 30, 50, 70 e 100 % de sua capacidade de operação. Os dados de entrada são:

- Mês = 22 dias úteis;
- Hora trabalhada: 44 horas semanais, retirando 1 hora de almoço e 15 minutos em 3 paradas diárias, o valor das horas úteis trabalhadas torna-se 35 horas semanais, ou seja, 7 horas diárias;
- Total de horas no mês: 7h X 22 dias = 154 horas;
- N° de segundos trabalhados por mês: 154 h X 360 s/h = 55.440 segundos;

<sup>24</sup> MOD: Mão de Obra Direta

<sup>25</sup> MOS: Mão de Obra de Suporte

<sup>26</sup> considerado o valor de 115% para impostos e demais despesas geradas pelos funcionários. Trata-se de uma estimativa grosseira baseada em uma média de impostos e contribuições necessárias para este tipo de atividade.

<sup>27</sup> CG: Coeficiente de Garantia

- Capacidade máxima mensal por turno de produção (1 turno = 44h semanais):  
55.440 s / 80 s/lâmpada = 693 lâmpadas mensais;

Um último fator importante a ser considerado é a taxa de descarte de material. Ela constitui-se de peças que venham a se estragar ou extraviar no processo produtivo. Será considerada em 15 %.

- Total de lâmpadas vendáveis após considerada a taxa de refugo = 590 lâmpadas mensais;
- Custo da lâmpada considerando aquisição por lotes de 10.000peças: R\$22,88 X 115% = R\$26,30.

Cabe ressaltar que esta aproximação não leva em conta os juros por empréstimo, o tempo despendido até realizar a venda e nem outros fatores de custos.

O valor de R\$22,88 pode ser encontrado quando é realizada uma pesquisa com as principais revendas de componentes eletrônicos de Curitiba e via Internet. Para o caso especial dos LEDs propriamente ditos, foi considerado o valor da revenda para uma tecnologia similar e o valor do fabricante para aquisição de grandes quantidades. Não foram obtidas respostas para aquisição de valores menores que 10.000 unidades, aquisição única para o fornecedor Philips. Para a estimativa de consumo mensal, foi utilizada a porcentagem de redução oferecida para a tecnologia similar presente no comércio de Curitiba. As tabelas 11 e 12 apresentam um resumo da lista de materiais e seus respectivos valores:

**Tabela 10 - Valores da peça por custo de produção, considerando diferentes capacidades de absorção do mercado. Produção = 420 unidade mensais, custo peça R\$ 26,30.**

produção / venda (% da capacidade)	produção mensal, base 590 lâmpadas.	amortização	preço componentes (R\$)	Preço/peça (R\$)
30%	177	310,74	26,3	337,04
50%	295	186,44	26,3	212,74
70%	413	133,17	26,3	159,47
100%	590	93,22	26,3	119,52

**Tabela 11 - Custo/peça por lista de materiais para lâmpadas residenciais / industriais.**

	custo unitário	custo 10.000 pçs	custo 10.000 pçs consumo mensal	custo 30.000 pçs consumo mensal
leds (x7)	13,48	4,20	4,10	4,10
Resistores	0,30	0,10	0,005	0,005
circuito retificador	2,38	0,98	0,85	0,79
Placa	3,00	1,78	1,29	1,10
reg tensão	7,36	2,20	2,10	1,98
Solda	0,01	0,001	0,001	0,001
Luminária	12,00	4,72	4,65	4,56
conectores, plugs e fios.	10,00	6,25	6,20	6,20
fusível + porta-fusível	5,36	2,65	2,20	2,20
<b>Total</b>	<b>53,89</b>	<b>22,88</b>	<b>21,40</b>	<b>20,94</b>

**Tabela 12 - Custo/peça por lista de materiais em simulação para iluminação pública. Valores fixos de tensão (127V) e conseqüentemente de potência.**

	custo unitário	custo 10.000 pçs	custo 10.000 pçs consumo mensal	custo 30.000 pçs consumo mensal
Leds (x42 = 6.000 lm)	80,88	44,36	43,35	43,35
resistores	4,38	3,8	3,6	3,6
circuito retificador	14,65	11,65	10,9	9,98
placa	7,25	5,2	4,7	5,4
solda	0,1	0,05	0,05	0,05
luminária	12	9,74	9,32	9,32
conectores, plugs e fios.	12	9,45	9,45	9,45
fusível + porta-fusível	8,37	6,2	6	6
<b>Total</b>	<b>139,63</b>	<b>90,45</b>	<b>87,37</b>	<b>87,15</b>

### **3.3 Definição da Embalagem**

A embalagem pode ter geometria de acordo com o melhor aproveitamento de espaço / menor desperdício com materiais. Como se trata de um produto ecologicamente superior aos concorrentes, merece receber destaque com o uso de materiais adequados e coloração que relacione o produto ao seu objetivo final.

#### **3.3.1 Definição do apelo visual:**

Visto que uma foto do produto simplesmente não revelaria muitos detalhes e não chamaria a atenção do consumidor final, procurou-se relacionar imagens conhecidas com a foto do produto.

O resultado obtido foi uma embalagem nas cores branca e verde com detalhes em vermelho.

- Verde relaciona com a questão de ecologicamente correto.
- Branco relaciona com iluminação, aliado ao fato de observar um bom contraste com o verde (apresentou melhores resultados visuais com a população utilizada na avaliação dos protótipos).
- Os detalhes em vermelho estão relacionados com as gravuras adicionadas à embalagem. Tratam-se de caricaturas com os tipos de lâmpadas conhecidos. Seu tamanho e o fato de receberem um X demonstram uma ruptura com os padrões atuais em comercialização.

Como marca, determinou-se a utilização de emblemas e nomes que demonstrassem força e inovação. A denominação MUELLER TEC apresentou-se como uma boa opção a ser analisada.

Visto de a tecnologia ainda não ser amplamente conhecida, mas já ter seu nome associado à economia, ponderou-se colocar o nome LED na embalagem, em cor amarelada, lembrando iluminação.

Um símbolo com aparência amistosa apresenta-se também na embalagem. Trata-se de uma lâmpada sorrindo e de olhos bem abertos. Ela lembra também o símbolo do Procel que faz mérito ao baixo consumo e poderá ser substituído pelo mesmo na aprovação da lâmpada para o mercado.

A seguir as ilustrações do produto em sua embalagem principal e o módulo como peça de reposição.

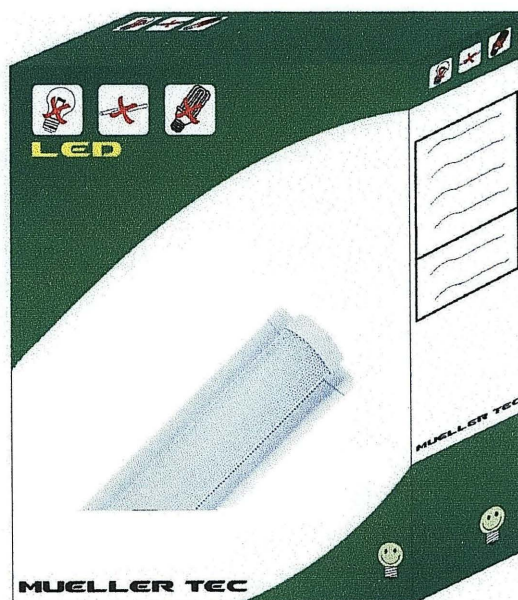


Figura 32 - Embalagem para comercialização da luminária.

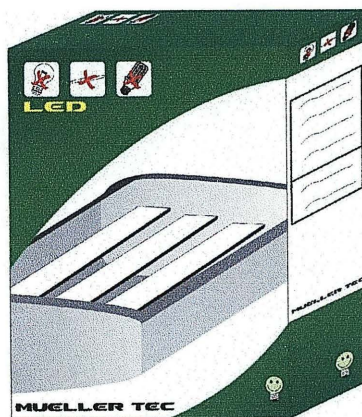


Figura 33 - Embalagem para comercialização do módulo interno de eletrônica da luminária.

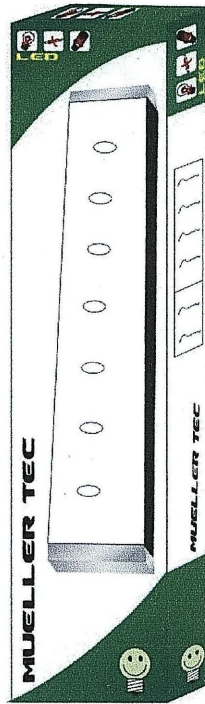


Figura 34 - Módulo de Iluminação Elementar.

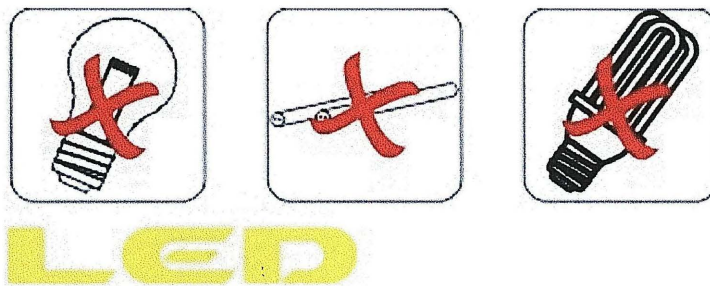
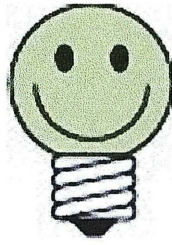
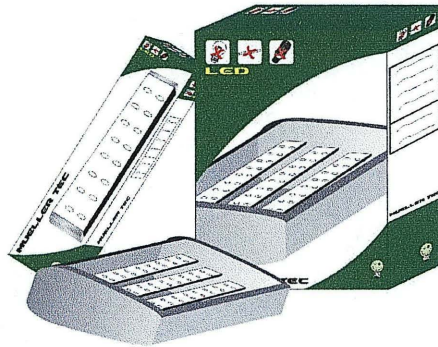


Figura 35 - Imagem e percepção cliente: associação da nova tecnologia com a supressão / recusa das tecnologias antigas e de grande desperdício.



**Figura 36 - Símbolo "amigo" de combate ao desperdício.**



**Figura 37 - Noções do conjunto - idéias dimensionais visuais.**

## **4 Análise de mercado e de ambiente:**

Nesta análise será verificado o interesse do mercado em novas tecnologias, através de uma análise prática com dados disponíveis para consulta, além de pesquisa direta com o consumidor, realizada com um público selecionado pré-definido.

### **4.1 Visão geral:**

Conforme apresentado anteriormente, é desperdiçado hoje, em geração de energia que não a luz, uma potência maior que a da usina de Itaipú. Em 2002, com as ameaças de apagão apresentadas pelo governo, foram analisadas alternativas de geração, otimização e redução de consumo de energia. Na época foram apresentadas como solução as lâmpadas fluorescentes. Esta decisão permitiu importar uma grande quantidade de material de outros países, bem como investir no mercado interno.

No que tange à importação de lâmpadas, em 2006 ingressaram no país 240 milhões de unidades, gerando um custo de 128 milhões de dólares. Destes, 47% referiam-se a lâmpadas fluorescentes.

O gráfico a seguir apresenta a divisão no que diz respeito à importação de lâmpadas para o Brasil em 2006. A distribuição é bastante semelhante ao percentual total geral de lâmpadas consumidas no mercado neste período:

Fonte: Abilumi

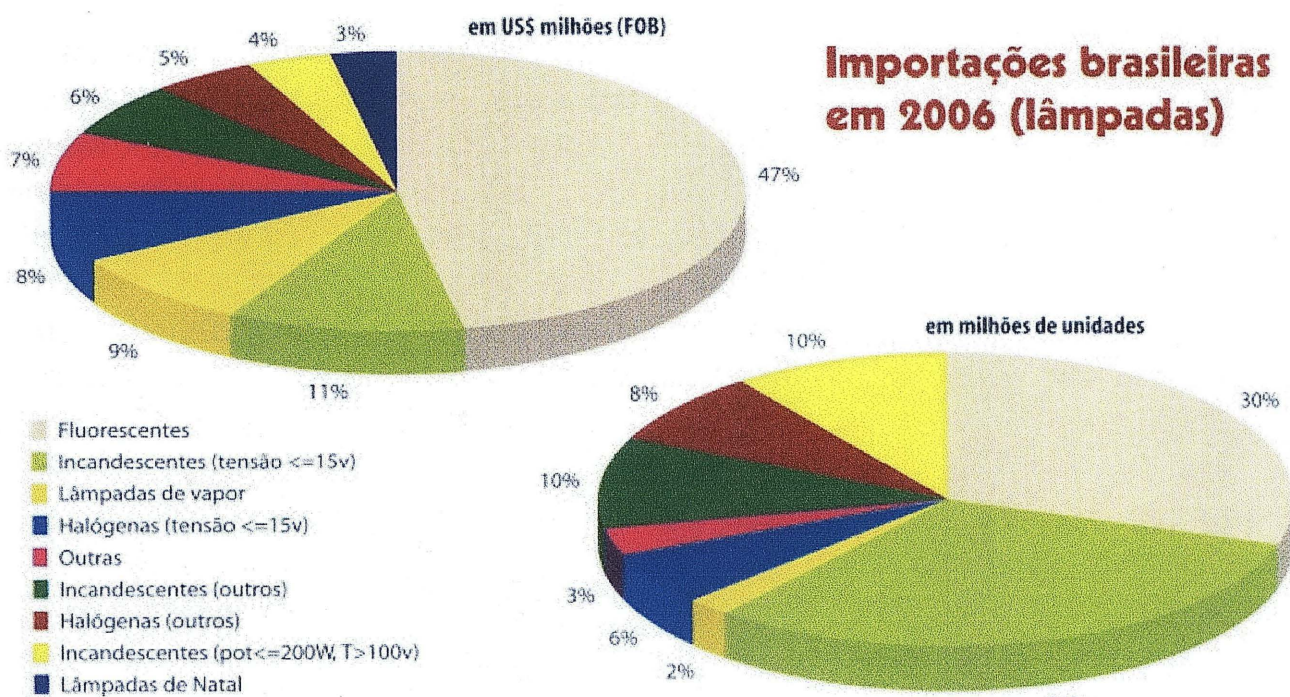


Figura 38 - Distribuição por tipos de lâmpadas importadas e por custo em dólares americanos.

O campo de atuação a ser analisado começa a se configurar como uma alternativa à utilização de ao menos 71% do mercado com relação a unidades comercializadas.

## 4.2 Caracterização das lâmpadas:

Com base neste mercado é feita uma análise das características destas lâmpadas. A tabela 13 apresenta um comparativo da capacidade de geração de energia das principais fontes luminosas presentes no mercado, bem como sua vida útil.

**Tabela 13 - Relacionando vida útil com eficiência energética para diferentes tipos de lâmpadas.**

Tipo de lâmpada	Intensidade luminosa	Vida útil
Incandescente	12 - 20 lm/W	De 750 h a 3.000 h <sup>28</sup>
Fluorescente	70 lm/W	De 3.000 h a 9.000 h
LED tipo Luxeon K2, Nichia, ...	80 – 180 lm/W 40 – 100 lm/W	de 10.000 h a 60.000 h

<sup>28</sup> Em anexo apresenta-se uma lista com os valores de vida útil das lâmpadas incandescentes presentes no mercado brasileiro. São encontradas apenas lâmpadas com vida útil de até 1.000 h. Em outros países são encontradas lâmpadas incandescentes com até 3.000 h de vida útil.

### **4.3 Distinção de públicos:**

São analisadas brevemente duas opções de aplicação para o mercado. O residencial e o governamental.

#### **4.3.1 O mercado de iluminação voltado ao consumidor residencial:**

##### **4.3.1.1 Análise de dados do IBGE**

Empresas e instituições que apresentam alto consumo de energia são foco de fiscalização para diminuição do desperdício. Residências, contudo, não sofrem penalidade direta com relação à inserção de reativos na rede e nem com relação ao consumo de energia nos horários críticos. Nos últimos dez anos as companhias de energia propuseram a troca dos relógios medidores convencionais por relógios com tarifação horo-sazonal. Estas medidas refletem a maneira com que o cliente utiliza a energia a ele fornecida e não apresenta mecanismos de conscientização sobre a eficiência do consumo de energia.

Para estratificar melhor e delimitar os campos de análises, faremos a caracterização da população da região Sul com foco na faixa renda.

De acordo com o banco de dados do IBGE de 2006:

- Renda da População do Paraná:
  - R\$ 86.976.315,00;
  
- IPC (Índice de Potencial de Consumo) do Paraná:
  - 6,203 %;
  
- População Total do Paraná:
  - 10.387.378 pessoas;

- Renda da População de Curitiba:
  - R\$ 25.288.367,00;
  
- IPC (Índice de Potencial de Consumo) de Curitiba:
  - 1,804 %;
  
- População Total de Curitiba:
  - 1.788.559 pessoas (sem região metropolitana);
  
- Gastos:
  - Gastos com Reformas e Manutenção no Paraná:
    - R\$ 1.803.881,00;
    - IPC: 6,660 %;
  
  - Gastos com Reformas e Manutenção em Curitiba:
    - R\$545.050,00;
    - IPC: 2,012 %;

⇒ Valor médio gasto com reformas: R\$ 4.000,00;

⇒ Valor gasto com iluminação: R\$ 30,00 (anual).

Outros valores interessantes à análise são:

**Tabela 14 - Caracterização da população do Paraná em suas características mais importantes.**

<b>DADO / GRANDEZA</b>	<b>VALOR</b>
População Economicamente Ativa (2005)	5.624.065
Taxa de desemprego/PEA (2006)	8,36%
PIB (R\$ bilhões) (2004)	108,70
PIB agricultura/pecuária (2001)	8,50%
PIB indústria (2001)	28,70%
PIB serviços (2001)	62,80%
PIB per capita (R\$) (2004)	10.725,00
Variação do PIB (2004/2003)	3,20%
Taxa de inflação (2006)	3,14%
Orçamento estadual p/ 2006 (R\$ bilhões)	16,10
Arrecadação de ICMS (R\$ mil) (2006)	9.263.658
Nº de empresas (2003)	429.845
Número de eleitores (2007)	7.134.949
Consumo total de energia elétrica (2003)	17.830 GWh
Consumo industrial de energia elétrica (2002)	40,50%
Consumo residencial de energia elétrica (2002)	25,90%
Consumo comercial de energia elétrica (2002)	16,30%
Demais consumo de energia elétrica (2002)	17,30%
Número Total de Domicílios (2005)	3.111.779
Domicílios Urbanos (2000)	80,50%
Domicílios Urb. c/ Abast. Água (2005)	96,90%
Domicílios Urb. c/ Esgoto Sanit.	64,00%
Domicílios Urb. c/ Coleta de Lixo (2005)	94,50%
Domicílios c/ Televisão em Cores (2005)	93,00%
Domicílios c/ Geladeira ou Freezer (2005)	95,60%
Domicílios c/ Microcomputador (2005)	26,60%
Domicílios c/ Acesso a Internet (2005)	20,50%
Domicílios c/ Lavadora de Roupas (2005)	48,90%

Para a Região Sul, temos ainda a divisão da população por faixa salarial<sup>29</sup>:

**Tabela 15 - Distribuição salarial na região Sul (x1000).**

Sul	População (x1000)	%	% de acordo com pesquisa de mercado
<b>até 1 salário</b>	650	7%	<b>7%</b>
<b>1 a 2</b>	1502	17%	
<b>2 a 3</b>	1330	15%	
<b>3 a 5</b>	2076	24%	<b>56%</b>
<b>5 a 10</b>	1790	21%	<b>21%</b>
<b>10 a 20</b>	792	9%	
<b>+ de 20</b>	323	4%	<b>13%</b>
sem rendimento	146	2%	2%
sem declaração	92	1%	1%
<b>TOTAL</b>	<b>8701</b>		

Para saber se o público estaria disposto a pagar pela tecnologia e quais as características importantes foi feita uma pesquisa de mercado que se apresenta a seguir.

#### **4.3.1.2 Pesquisa de mercado e estratégia:**

A pesquisa de mercado realizada apresenta resultados interessantes e algumas combinações dos dados podem revelar pontos de interesse do mercado e definir a estratégia de ataque no caso de consumidores em geral.

A pesquisa foi realizada em uma população de 41 pessoas. O meio de pesquisa foi o ambiente de trabalho e proximidades. Os questionários incompletos foram descartados. O resultado ficou sobre 30 indivíduos.

<sup>29</sup> Anuário Estatístico do Brasil, v. 65, pág. 2 – 33, IBGE 2006.

Constituída em duas etapas, a primeira levou em conta apenas questões objetivas e baseadas em dados reais como salário e quantidade de lâmpadas. Uma segunda parte, realizada logo na sequência, apresenta o desejo do consumidor em ter uma luminária com a tecnologia de LEDs.

A ordem das perguntas no questionário foi realizada desta maneira a propósito. Os valores presentes na pesquisa são valores estimados de ganho e preço.

Os resultados se encontram nas tabelas 16 e 17:

**Tabela 16 - 1ª parte do resultado do questionário realizado.**

Questões	Contribuição em %	valores absolutos
<b>1- Quantas pessoas residem em sua casa?</b>		
a. 1 a 2;	50%	15
b. 3 a 5;	33%	10
c. + de 5;	17%	5
<b>2- Qual a faixa de renda? (marcar uma opção):</b>		
a. até 1 salário mínimo	13%	4
b. 2 a 5 salários mínimos	17%	5
c. 6 a 10 salários mínimos	53%	16
d. acima de 10 salários mínimos	17%	5
<b>3- quantas lâmpadas você tem em sua casa?</b>		
a. 1	3%	1
b. 2 – 3	20%	6
c. 4 – 7	40%	12
d. 7 +	37%	11
<b>4- Quantas são fluorescentes?</b>		
a. ¼ (1 em 4)	13%	4

b.	1/3 (um terço = 1 em cada 3)	10%	3
c.	½ (metade = 1 de 2)	27%	8
d.	+ 2/3 (dois terços = 2 a cada 3)	50%	15

5- Você sabia que apenas 5% da energia fornecida a uma lâmpada incandescente é transformada em luz? (de 100W de energia, apenas 5 são usados). Sua durabilidade é de no máximo 1.000 horas acesa:

a.	sim	40%	12
b.	não	60%	18

6- Você sabia que apenas de 11% a 25% da energia fornecida a uma lâmpada fluorescente é transformada em luz? (de 100W, apenas de 11 a 25 W são aproveitados). E a duração é de 6.000h de iluminação:

a.	sim	47%	14
b.	não	53%	16

7- Você conhece a tecnologia de LEDs?

a.	sim	37%	11
b.	não	63%	19

Para estimar a segunda parte do questionário foi considerado o valor do consumo de energia de um cliente residencial e os valores praticados pela Copel<sup>30</sup> em 2008. Como uma aproximação considerando uma média dos diferentes valores de energia para as diversas classes adotou-se o valor de R\$0,20 para o KWh mensal.

Como padrão de comparação e uma estimativa não otimista (o autor ainda não havia finalizado o projeto e muito menos a escolha da tecnologia) foram consideradas economias de 10% e 20% sobre as lâmpadas fluorescentes. Isto reflete em valores de R\$ 0,02 à R\$0,04 por hora. Considerando o consumo de 4 horas diárias, 120 horas no mês, obtém-se valores mensais de economia que vão de R\$2,50 à R\$5,00. Para uma vida útil de 50.000 horas, uma estimativa sem considerar correções monetárias, inflação

<sup>30</sup> COPEL – Companhia Paranaense de Energia Elétrica.

e demais alterações no valor da moeda, estima-se uma economia de R\$1.000,00 à R\$2.000,00 após utilizar a lâmpada.

Os resultados da pesquisa são apresentados na tabela 17<sup>31</sup>:

**Tabela 17 - Questionário parte 2. Determinação do preço pela economia gerada.**

8- Está presente no mercado uma tecnologia que dura 50 vezes mais que a lâmpada incandescente e consome 1/10 de energia do que consumiria a mesma (ou seja, transforma 50% da energia fornecida em luz). Quanto você estaria disposto a pagar?			
a.	R\$58,00 por lâmpada?	10%	3
b.	R\$37,00 por lâmpada?	27%	8
c.	R\$25,00 por lâmpada?	37%	11
d.	Não trocaria de tecnologia	27%	8
9- Está presente no mercado uma tecnologia que dura 30 vezes mais que a lâmpada incandescente e consome 1/6 (ou seja, transforma 30% da energia fornecida em luz). Quanto você estaria disposto a pagar?			
a.	R\$58,00 por lâmpada?	10%	3
b.	R\$37,00 por lâmpada?	23%	7
c.	R\$25,00 por lâmpada?	40%	12
d.	Não trocaria de tecnologia	27%	8
10- Você sabe agora que com o uso médio diário de 4 horas em cada lâmpada, você economizaria R\$ 2,50 ao final do mês e aproximadamente R\$ 1.000,00 ao final da vida útil da lâmpada nova. Você estaria disposto a pagar que valor pela lâmpada? CONSIDERE A ECONOMIA SOBRE A LÂMPADA FLUORESCENTE (A MAIS CARA ATUALMENTE)			
a.	R\$58,00 por lâmpada?	20%	6
b.	R\$37,00 por lâmpada?	37%	11
c.	R\$25,00 por lâmpada?	27%	8

<sup>31</sup> Os dados de economia de energia não coincidem necessariamente pois a pesquisa foi feita antes da confirmação dos valores de energia pela Copel

d.	Não trocaria de tecnologia	17%	5
----	----------------------------	-----	---

11- Você sabe agora que com o uso médio diário de 4 horas em cada lâmpada, você economizaria R\$ 5,00 ao final do mês e aproximadamente R\$2.000,00 ao final da vida útil da lâmpada nova. Você estaria disposto a pagar que valor pela lâmpada? CONSIDERE A ECONOMIA SOBRE A LÂMPADA FLUORESCENTE (A MAIS CARA ATUALMENTE)

a.	R\$58,00 por lâmpada?	30%	9
b.	R\$37,00 por lâmpada?	33%	10
c.	R\$25,00 por lâmpada?	23%	7
d.	Não trocaria de tecnologia	13%	4

Com base nestes dois resultados são cruzados os dados para obter valores de interesse e definir o público alvo com potencial de compra para o mercado residencial. Uma breve proposta de ataque também é proposta.

O primeiro valor que pode ser extraído é o percentual de pessoas que pagariam o valor máximo na tecnologia. Ele evoluiu de 10% a 20% e posteriormente a 30%. Interessante observar que o cliente se preocupou e valorizou mais a tecnologia quando ele percebeu o valor da economia em reais ligada à vida útil e não em porcentagem ligada à economia de energia bruta.

O segundo dado de interesse vem das análises do potencial de consumo de cada bloco econômico. Da população que pagaria até R\$ 58,00, seis das nove pessoas moram sozinhas ou com até um acompanhante. São pessoas com poder de consumo mais elevado, pois a maioria delas segue com respostas próximas ao valor máximo de lâmpadas considerado na pesquisa. 70% delas ainda contam com uma renda favorável, acima de 6 salários mínimos e comprariam a tecnologia de LEDs mesmo sem conhecê-la a fundo. Da mesma maneira é observado o nível de informação sobre as demais lâmpadas hoje já disponíveis no mercado (a metade conhece bem as vantagens da fluorescente e apenas um terço sabe do grande desperdício causado pelas incandescentes).

- Público alvo 1: solteiros ou famílias pequenas com nível de renda acima de 6 salários mínimos;

- Estratégia: lançar 'flashes' de informação sobre a economia e o nome LED / Mueller Tec.

A análise pode se seguir para as pessoas que comprariam as lâmpadas a R\$37,00. A população aumenta para 19 indivíduos após a mudança de opinião na última questão. Trata-se de quase dois terços da população analisada. A metade das pessoas conhece a tecnologia de LEDs, 2/3 sabe características principais das lâmpadas fluorescentes e incandescentes. São pessoas com faixa salarial também em sua maioria superior a 5 salários mas começa a aparecer à figura da família constituída (mais de duas pessoas também são encontradas na amostra).

- Público alvo 2: faixa salarial elevada e pessoas com grande interesse em novas tecnologias mais econômicas;
- Estratégia: focar na informação de novidade e economia.

Abrangendo o campo para quem pague até R\$27,00 observa-se uma maior heterogeneidade sobre a amostra. Não observamos, contudo, muitas famílias numerosas com rendas mais baixas.

- Público alvo 3: faixa salarial variável e pessoas que precisem do mínimo de informação para comprar;
- Estratégia: motivação em campanhas e entrevistas. Focar na distribuição de informações em mercados e postos de vendas igualmente.

O público que jamais compraria por vontade própria as lâmpadas são os de baixa renda.

- Público alvo 4: baixa renda;
- Estratégia: incentivos governamentais paternais de troca de tecnologia.

Deve-se atentar que a pesquisa com os resultados discutidos não está normalizada de acordo com a realidade do mercado. Nela apenas 13% da população é de baixa renda e 70% apresenta renda superior a 6 salários mínimos. Para definir a população total disposta a adquirir o produto deve ser realizada uma normalização dos dados.

### **4.3.1.3 Os concorrentes:**

#### **4.3.1.3.1 Os concorrentes nível 01:**

Leva em conta fabricantes de produtos com a mesma tecnologia. Encontradas no mercado mundial as empresas:

- Cobrasin;
- Conrad;
- Osram;
- Philips

#### **4.3.1.3.2 Os concorrentes nível 02:**

São os inúmeros fabricantes de lâmpadas (Philips, GE,...). Em anexo encontram-se tabelas com os principais fabricantes e as características de suas lâmpadas.

#### **4.3.1.3.3 Os concorrentes nível n:**

Não considerado visto da definição clara de gasto anual do consumidor com iluminação já apresentado pelos dados do IBGE.

### **4.3.2 O mercado de iluminação pública:**

O mercado local de iluminação pública de Curitiba é composto por aproximadamente 138 mil pontos instalados. Destes, 95% são compostos por sistemas com baixa eficiência luminotécnica. São lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão nas potências de 70 W, 100 W, 150 W, 250 W e 400 W. Não há detalhamento do fluxo luminoso admissível, porém sabe-se, por análise de editais anteriores da COPEL, que os valores ficam entre 6.000 lm e 21.000 lm.

Segundo o Jornal "Indústria e Comércio" de Curitiba serão investidos R\$ 4 milhões de reais na troca e ampliação do sistema de iluminação pública de Curitiba (12 mil luminárias em bairros).

Os recursos para o pagamento referente ao consumo de energia elétrica dos pontos de iluminação pública, a manutenção, as melhorias e a extensão de rede são oriundos da COSIP (Contribuição para o Sistema de Iluminação Pública). Ela gira em torno de R\$ 2.000.000,00 (dois milhões de reais), sendo que aproximadamente R\$ 1.600.000,00 (um milhão e seiscentos mil reais) são utilizados para o pagamento da energia elétrica consumida para manter o sistema e o restante, R\$ 400.000,00 (quatrocentos mil reais), é dedicado à manutenção.

### **4.3.1 Os concorrentes:**

#### **4.3.1.1 Os concorrentes nível 01:**

Encontradas empresas no exterior, ainda sem atuação definida no mercado em estudo. Para o mercado local foi encontrada em Curitiba a empresa Urbeluz. Fora de Curitiba se apresenta a empresa Cobrasin.

#### **4.3.1.2 Os concorrentes nível 02:**

O mercado de distribuição de lâmpadas brasileiro é bastante influenciado pela Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação (Abilumi), a qual apresenta grandes associadas que ainda fazem parte da Associação Brasileira das Empresas de Conservação de Energia (Abesco).

Consideram-se também concorrentes as empresas de iluminação com vendas ao consumidor final que possam apresentar proposições para iluminação pública. Nesta categoria encontram-se Osram e Philips.

#### **4.3.1.3 Os concorrentes nível 03:**

Caracterizado por fornecedores que usam tecnologias similares e já têm experiência com licitações e trabalhos com o governo.

Para este quesito foram encontradas as empresas que fornecem os semáforos temporizados. Como exemplo são citados:

⇒ Cobrasin

⇒ Novatron

⇒ Tecnodis

#### **4.3.1.4 Os concorrentes nível 04:**

Prioridades governamentais: construção de ruas, prédios, verbas voltadas à saúde, aumentos na folha de pagamentos, de benefícios, etc...

## 5 Análise de Ambiente e Oportunidades

Um dos fatores influentes para a tomada de decisão e planejamento estratégico das ações orientadas ao desenvolvimento e implementação da idéia no mercado é justamente o comportamento deste.

Uma técnica bastante interessante é a Análise do Ambiente em que a tecnologia será inserida. Aliada a ela considera-se também a análise de riscos e oportunidades, chamada SWOT<sup>32</sup>.

Tabela 18 - Análise de Ambiente.

Ambiente	Cenários	Ameaças	Oportunidades
Econômico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- economia mundial em alta;</li> <li>- aumento do poder de compra das classes sociais com até 4 salários mínimos;</li> <li>- aumento dos custos devido à maior quantidade de tributos e despesas com mão de obra e matéria prima;</li> <li>-baixa de câmbio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prever erroneamente o investimento no potencial de consumo;</li> <li>- --</li> <li>- Não ser competitivo com produtos importados ou com a concorrência;</li> <li>- entrada de dispositivos fabricados em outros países.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Venda produtos com tecnologias mais avançadas;</li> <li>- Maior amplitude do mercado de consumo;</li> <li>- pleitear com o governo o direcionamento de uma porcentagem dos impostos para a troca de tecnologias e economia de energia;</li> <li>- aquisição de matéria prima a custos reduzidos;</li> </ul>

<sup>32</sup> SWOT : Forças, Fraquezas, Riscos e Oportunidades – tradução das primeiras letras do original em inglês.

<p>Sócio-cultural</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- população com conscientização sobre produtos ecologicamente corretos;</li> <li>- classes baixas com ideal de o governo prover todas as necessidades básicas;</li> <li>- ausência de conscientização sobre economia de energia;</li> <li>- gastos com percepção imediata X não imediata<sup>33</sup>;</li> <li>- cultura da impunidade;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cliente não ver o valor agregado ao produto;</li> <li>- tecnologia ficar presa (giro lento) em supermercados e lojas, agregando custos de estoque,...</li> <li>- necessidade de o governo prover incentivos e doações dos equipamentos aos menos favorecidos (retardo no pagamento pelos produtos);</li> <li>- funcionários da linha de produção não corresponderem às expectativas e dificuldade de treinamento dos mesmos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- apresentar o diferencial e deixar claro a uma primeira vista cliente;</li> <li>-oferecer ao governo uma tecnologia substituta que consuma menos mensalmente, evitando investimentos na área de geração de energia.</li> </ul>
-----------------------	--	--	--

<sup>33</sup> Exemplo: indivíduo prefere economizar 5 unidades monetárias em um produto que acaba consumindo 1 unidade monetária a mais ao mês durante 1 ano.

<p>Político-legal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tributos progressivos e em cascata;</li> <li>- Intervencionismo estatal sobre a livre concorrência;</li> <li>- Alteração das taxas e impostos de importação X internos;</li> <li>- Favorecimento tributário a uma determinada "classe" de produtos;</li> <li>- Investimentos no setor;</li> <li>- Cultura da indenização;</li> <li>- Interferência sindical</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- produtos não competitivos no mercado;</li> <li>- protecionismo de empresas ligadas diretamente ao governo e com forte influência;</li> <li>- aparecimento de produtos originários de países com custos menores e taxas menores (exemplo China);</li> <li>- política de incentivo à instalação de novas empresas após instalação desta;</li> <li>- produto não corresponder às expectativas do cliente e este solicitar indenização;</li> <li>- greves, solicitação de reajustes, descontentamento e ausência de compreensão da massa operária com a qualidade dos produtos e desenvolvimento da empresa;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- alianças políticas para provimento da tecnologia a órgãos governamentais;</li> <li>- provisionamento de peças para produção local de mercados com custos menores;</li> <li>- inserção do produto na classe de necessidades do governo. Viabiliza a classe de economia de energia;</li> <li>- interesse do governo em não construir novas usinas permitir incentivos a indústrias do setor</li> <li>- em campanhas governamentais, o mesmo distribuir lâmpadas econômicas à população;</li> </ul>
-----------------------	---	--	---

Demográfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perfil comercial;</li> <li>- Amplitude do mercado consumidor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- consumidor não despende recursos financeiros com a tecnologia;</li> <li>- ausência de público consumidor com necessidades para este determinado tipo de produto;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analisar os locais de distribuição e apresentação da tecnologia. A divisão da área geográfica por bairros permite definir onde ocorre a maior concentração monetária e qual o principal ponto de venda</li> </ul>
Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evolução e barateamento da tecnologia (matéria prima);</li> <li>- Barateamento de tecnologias consagradas (limpeza de estoque e utilização da vida útil das máquinas);</li> <li>- mão de obra manual X automatizada;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilização e desenvolvimento de estrutura para produção de tecnologias brevemente obsoletas e impossibilidade de usar a mesma na migração para novas;</li> <li>- produto não competitivo no mercado;</li> <li>- investimento em treinamento de pessoal sem retorno equivalente à produção via máquinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- novas oportunidades de integração e barateamento da tecnologia existente;</li> <li>- possibilidade de convergência para mão de obra automatizada com o aumento de volume de produção;</li> </ul>

<p>Nível concorrência</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ingresso de produtos de marcas consagradas;</li> <li>- distinção entre produtos;</li> <li>- mobilidade da mão de obra entre empresas;</li> <li>- fornecimento de matéria prima;</li> <li>- maior exigência nos preços e produtos;</li> <li>- guerra de preços</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cliente preferir comprar produtos de marcas conhecidas – confiança na marca;</li> <li>- cliente agregar valor a produtos diferentes dos oferecidos por esta empresa;</li> <li>- treinar funcionários que trocarão de empresa por proposta salarial um pouco superior;</li> <li>- quanto maior for a oferta, menores serão os preços que devem ser praticados pelo mercado;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- possibilidade de obter mão de obra treinada e com experiência de mercado como sócios da empresa;</li> </ul>
<p>Fornecimento de profissionais</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- falta de qualificação da mão de obra;</li> <li>- alta rotatividade;</li> <li>- qualidade no processo de montagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- alto índice de retorno de garantia, alto índice de refugo interno e necessidade de retrabalho;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- possibilidade de obter mão de obra treinada e com experiência de mercado como sócios da empresa;</li> </ul>

**Tabela 19 - Análise SWOT.**

<b>Forças:</b>	<b>Fraquezas:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- economia de energia superior a 50%;</li><li>- vida útil elevada;</li><li>- diminuição do valor pago à tecnologia com o aumento de escala;</li><li>- mercado ainda não explorado por esta tecnologia;</li><li>- deficiência do mercado na geração de energia;</li><li>- aumento da consciência energética (já apresentou resultados eficazes com a campanha de substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes em 2002);</li><li>- governo brasileiro prevê investimentos no setor energético;</li><li>- existência de um representante local de uma das maiores produtoras do componente base da tecnologia no Brasil (aquisição da Empresa Lumileds pela Philips);</li><li>- economia mundial em alta e mercado consumidor aquecido (2008);</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- alto custo da matéria prima;</li><li>- maior complexidade na fabricação;</li><li>- desconhecimento da população sobre a tecnologia e/ou suas evoluções (para muitos os leds continuam como luzes dos eletro-domésticos);</li><li>- dificuldade de penetração no mercado;</li><li>- ausência de capital financeiro para aporte inicial;</li><li>- custo do empréstimo financeiro praticado pelo mercado local elevado;</li><li>- baixo volume inicial de produção;</li><li>- dependência do capital humano;</li><li>- falta de força / contatos políticos;</li><li>- presença de grandes empresas investindo em soluções com a mesma tecnologia.</li></ul>

**Oportunidades:**

- apresentação de tecnologia capaz de reduzir investimentos na geração e distribuição de energia;
- apresentação de tecnologia para iluminação de baixo consumo para comunidades com difícil acesso a rede elétrica (em especial comunidades que utilizam painéis solares);
- apresentação de tecnologia à indústria, com fator de potência com baixa geração de reativos (próximo a 1 = ideal);
- negociação com o governo para redução de impostos com a geração de empregos;
- lançamento no mercado com produto inédito;

**Ameaças:**

- produto com custo elevado não ser aceito pelo consumidor;
- governo bloquear abertura de novas empresas / não valorizar a iniciativa;
- dificuldade de inserção do produto para comunidades carentes;
- descontentamento dos colaboradores (incluindo possibilidades de paralisação com greves);
- variáveis externas ao processo que causem disfuncionamento ou respostas inconsistentes com relação à tecnologia aprovada;
- elevado índice de PPM (refugo) interno de produção;
- elevado índice de retorno de peças em garantia;
- aparecimento de concorrentes com tecnologias similares;
- fornecedor das peças / matéria prima atuar também com comercialização de seus produtos ao consumidor final;
- aparecimentos de produtos compatíveis de qualidade inferior;
- má utilização em ambientes onde possa ocorrer ofuscamento direto / indireto aos usuários;
- desinteresse dos stake-holders, em especial o proletariado, com o sistema de remuneração.

## 6. Do processo de decisão / conclusão:

Para auxiliar na conclusão sobre a viabilidade ou não da tecnologia utilizaremos algumas matrizes ou tabelas que colocarão a tecnologia em estudo frente aos concorrentes.

A pontuação adotada é de escala '0' a '4', onde '4' é a pontuação de maior valor, ou seja, a maior contribuição positiva a favor do desenvolvimento e implementação da tecnologia. O valor zero será utilizado apenas quando as chances ou experiências não existirem. O restante da pontuação é uma variação em passos de 25%.

As primeiras tabelas de processo decisório serão baseadas nas análises de mercado para consumidor residencial e para venda ao governo.

Para decidir ou não sobre a aplicação da tecnologia e seu desenvolvimento será utilizado um écart máximo de 25% com relação ao melhor e 30% com relação ao valor máximo atingível.

**Tabela 20 - Análise baseada em matriz de decisão. Arbitragem de pesos para ambiente residencial.**

	<b>graduação</b>	<b>peso</b>	<b>resultado</b>	<b>máximo</b>	<b>Justificativa</b>
% compraria	2	4	8	16	30% comprariam na melhor das hipóteses
gasto médio anual com iluminação	1	1	1	4	gasta-se em média R\$ 30,00 por ano com iluminação.
penetração de mercado	0	3	0	12	sem experiência dos sócios propostos.
agilidade na apresentação de novos produtos	2	1	2	4	empresas menores conseguem ter produtos novos com maior rapidez que grandes empresas, porém a preços não tão competitivos.

escala / produtividade	4	3	12	12	pode dobrar a produção treinando mais operadores chegando até a seis vezes à produção com a utilização de 3 turnos.
capacidade de expansão / versatilidade	2	2	4	8	capacidade e know-how poderão ser adquiridos, porém o implicante é o alto custo dos empréstimos.
impacto / influência com as oscilações de mercado	1	3	3	12	muito susceptível a variações em matéria prima e alterações salariais e governamentais. Não apresenta solução de back- up de outros países.
capital para investimentos em divulgação e evoluções	1	2	2	8	necessário investimento para divulgação em postos de vendas e eventos de consumo de energia. Gasto elevado para o volume de produção considerado.
estratégia aplicada / planejamento	2	3	6	12	previsão de contratação de pessoas com boas capacidades, porém risco de enfrentar forte concorrência. Boa estratégia delineada e bom apelo visual.
<b>TOTAL</b>			<b>38</b>	<b>88</b>	
<b>ÉCART PERCENTUAL</b>				<b>43%</b>	

**Tabela 21 - Análise baseada em matriz de decisão. Arbitragem de pesos para concorrência governamental.**

	ABILUMI e afiliadas	URBELUZ	Proposta de Empresa do presente Projeto
Preço	3	1	1
Escala	3	3	3
Amortização	3	1	1
Facilidade de Exportação	0	1	1
Facilidade de Importação	4	2	2
Consumo	2	4	4
Experiência governamental (com licitações por exemplo)	4	1	0
Experiência de mercado	3	1	0
Factibilidade do projeto	4	3	3
Índice de penetração governamental	3	2	2
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>19</b>	<b>17</b>
<b>Total % com relação ao melhor</b>	<b>100%</b>	<b>65%</b>	<b>59%</b>

Em seguida consideramos algumas características da tecnologia frente às demais concorrentes:

**Tabela 22 - Análise sobre a tecnologia de LEDs frente às principais concorrentes.**

	LED	incandescente	Fluorescente	metálicas	Justificativa
consumo	4	1	3	3	apresentado ao longo da monografia
durabilidade	4	1	2	2	
agressividade ao meio-ambiente	4	3	1	1	resíduos metálicos são fortemente cancerígenos, como o mercúrio e o cromo

conhecimento pelo mercado	1	3	3	3	o mercado conhece a tecnologia de incandescentes e fluorescentes, apesar de algumas restrições. O mesmo não acontece para as demais tecnologias
aceitação do público consumidor (inclui residencial e governamental)					vimos um grande campo de trabalho para chegar com os leds ao público residencial
maturidade	1	4	4	3	
incentivos atuais	2	1	3	2	países desenvolvidos apresentam fortes
incentivos a longo prazo	4	0	2	1	incentivos para os LEDs. Já no Brasil apenas para as fluorescentes, ainda.
dano não ocasionado à saúde	4	3	1	2	Não se conhece ao certo os danos da exposição excessiva ao UV gerado pelas lâmpadas fluorescentes. Os elementos internos da mesma também são bastante prejudiciais à saúde
custo no ato da aquisição	1	4	3	2	qual a mais barata na prateleira do estabelecimento de venda ao consumidor
TOTAL	25	20	22	19	
TOTAL %	100%	80%	88%	76%	

Ao longo do desenvolvimento deste estudo foram avaliadas características chaves que definem a viabilidade do projeto.

O quesito técnico é perfeitamente possível, tanto da parte de produto quanto de processo. Novas tecnologias permitem ainda fortes otimizações e avanços tecnológicos.

Fatores como economia de energia, reciclabilidade e agressão ao ambiente são foco de grandes eventos e premiações mundiais.

Utilizando em 100% das luminárias a tecnologia de LEDs seria possível desativar Itaipú. Significa possibilidade de transferir o custo e os investimentos em novas usinas geradoras para o consumidor, que adquire uma tecnologia mais eficiente porém a um custo mais elevado.

No quesito penetração do mercado aparecem fortes pontos de desafio para a nova tecnologia. O mercado consumidor apresentou comportamento pouco positivo de aceitação, a qual ocorreu ainda apenas em algumas classes. A organização das questões permite concluir que o consumidor precisa ser conscientizado e que os públicos mais aptos a adquirir a tecnologia são jovens com famílias pequenas e com faixa salarial bastante acima da média per capita.

A análise de ambiente induz à reflexão sobre os incentivos governamentais e a realidade nacional frente ao câmbio, créditos fornecidos e apoio no quesito de tarifação e impostos. Ela deixa clara a vulnerabilidade de pequenas empresas a movimentos da massa salarial e a aumentos ou alterações tributárias.

A análise do capacitário e da diluição dos custos fixos sobre o preço peça são fortemente afetados pela demanda de peças.

A capacidade produtiva pode ser absorvida pelo mercado na seguinte condição :

- População total do Paraná : 10 milhões de pessoas. 21 % pagam acima de R\$ 56,00, logo *210 mil pessoas* ;
- Vida útil 1.000 horas, consumo médio anual 1.000 horas. Logo o consumidor compra ao menos uma lâmpada por ano. Seu *gasto médio anual é de R\$ 30,00*. Supomos a compra de uma lâmpada por ano ;
- Supomos produção de 255 dias por ano. Logo, com 590 lâmpadas por dia, anualmente são produzidas *150 mil lâmpadas* ;
- A porcentagem da população atingida com intensão de consumo é de 65%.

Verificamos que os consumidores de renda superior a 6 salários mínimos devem ao menos comprar uma lâmpada por ano e a abrangência (ou cobertura sobre o estado) deve ser de 65% considerando venda exclusiva de produtos desta proposta.

Conclui-se que, para a tecnologia aqui exposta, o cenário é bastante desafiador à implementação da indústria e da tecnologia no mercado brasileiro, em especial parananense, de iluminação com foco no consumidor residencial.

Para o mercado estatal deve-se participar de todas as licitações. O cenário é favorável devido aos investimentos a serem realizados pelo governo. O projeto deverá ser adequado às necessidades do edital e apresentar um custo mais competitivo.

## 7. Ações Recomendadas :

Algumas ações podem ser tomadas para melhorar a viabilidade do projeto:

- Isenção de IPI, ICMS e encargos trabalhistas para empresas locais (sócios brasileiros, capital e tecnologias locais) que invistam na produção de luminárias econômicas com LEDs (estimativa de baixa em 50% no valor final);
- Recálculo dos valores de matérias primas levando em conta classificação fiscal adequada e outros fornecedores de componentes eletrônicos (estimativa de baixa de 20% na matéria prima), 5% no valor final da peça;
- Criação de cooperativas com as micro e pequenas empresas produtoras de artigos derivados de LEDs;
- Entrada no segmento de luminárias de decoração, campo muito mais rentável que de luminárias de teto (neste campo foram encontradas luminárias que custam acima de R\$100,00 (cem reais) à venda no mercado);
- Trabalhar com um mix capaz de atender ao governo e ao mercado consumidor, procurando otimizar a solução única de 700mA. Inclui uma maior estabilidade quanto a variações de mercado ;
- Buscar tecnologias alternativas de componentes eletrônicos que com uma única peça sejam capazes de realizar diversas funções hoje feitas por vários componentes eletrônicos;
- Alugar uma linha SMD automatizada para produzir um lote de peças por demanda de mercado, não tendo passivo no caixa da empresa. Permite diminuir consideravelmente o tempo de trabalho.

## Referencias bibliográficas:

Sites acessados de novembro de 2007 a agosto de 2008:

<http://compoundsemiconductor.net/cws/article/news/30614>

[http://induscom.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=4386&Itemid=72](http://induscom.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=4386&Itemid=72)

<http://compoundsemiconductor.net/cws/article/news/30614>

<http://domino.cmc.pr.gov.br/web/prop2005.nsf/f5c86130b5d1098e03256e8a0060f323/f83500f2e760aef70325738a004a31d8?OpenDocument>

<http://www.tecnodis.com.br/semaforos.html>

<http://www.cobrasin.com.br/>

<http://www.cromatek.com.br>

<http://www.cromatek.com.br/site2/pdf/opto/blocos/B126.pdf>

[http://www.novatron.com.br/prod\\_focos.htm](http://www.novatron.com.br/prod_focos.htm)

<http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2000456.pdf>

<http://www.copel.com/>

<http://www.ibge.gov.br>

Anuário Estatístico do Brasil, v. 65, pág. 2 – 33, IBGE 2006.

## ANEXO I: RESULTADOS INDIVIDUAIS DA PESQUISA DE CAMPO

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30	TT	
<b>1</b>																																
<b>a</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																15	
<b>b</b>																1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					10	
<b>c</b>																											1	1	1	1	1	5
<b>2</b>																																
<b>a</b>																1	1										1	1			4	
<b>b</b>	1																	1	1									1	1	5		
<b>c</b>		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1	1								16	
<b>d</b>														1	1										1	1				1	5	
<b>3</b>																																
<b>a</b>	1																														1	
<b>b</b>		1	1	1	1											1											1				6	
<b>c</b>						1	1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	1						1				12	
<b>d</b>													1	1	1						1	1	1	1	1			1	1	1	11	
<b>4</b>																																
<b>a</b>									1	1															1					1	4	
<b>b</b>			1								1						1														3	
<b>c</b>												1	1					1		1	1	1					1	1			8	
<b>d</b>	1	1		1	1	1	1	1						1	1	1			1				1		1	1			1	15		
<b>5</b>																																
<b>sim</b>	1	1		1	1			1			1		1	1					1					1	1				1	12		
<b>não</b>		1			1	1	1		1	1		1			1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1		1	18	
<b>6</b>																																
<b>sim</b>	1	1		1	1	1		1			1		1	1					1				1	1	1				1	14		
<b>não</b>		1				1	1		1	1		1			1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1		1	16	
<b>7</b>																																
<b>sim</b>	1		1	1	1			1			1		1	1									1	1	1						11	
<b>não</b>	1		1				1	1		1	1		1			1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	19	

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30	TT
<b>8</b>																															
a	1	1													1																3
b				1	1	1	1							1									1		1			1			8
c								1	1	1	1	1	1					1	1			1							1	1	11
d			1													1	1				1	1			1		1	1			8
<b>9</b>																															
a	1	1													1																3
b				1		1	1							1									1		1			1			7
c				1				1	1	1	1	1	1					1	1			1						1	1	12	
d			1													1	1				1	1		1		1	1				8
<b>10</b>																															
a	1	1		1			1	1							1																6
b				1			1			1	1			1					1			1	1		1			1		1	11
c				1					1				1					1		1	1			1					1		8
d			1													1	1									1	1				5
<b>11</b>																															
a	1	1		1			1	1							1						1		1							1	9
b				1	1		1				1			1					1			1			1			1	1		10
c			1						1	1			1					1		1				1							7
d																1	1									1	1				4

## ANEXO II: CARACTERÍSTICAS DAS LÂMPADAS FABRICADAS NO BRASIL

FABRICANTE	MARCA	TIPO	TENSÃO	MODELO	CÓDIGO DE BARRAS	POTÊNCIA DECLARADA (W)	FLUXO LUMINOSO (lm)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (lm/W)	CLASSE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	VIDA (horas)
OSRAM	OSRAM	DOMLIM	127 V	LAMP INC CLASSIC 127V 25W E27 10X10	789120602075	25,0	230,0	9,2	G	750
				LAMP INC CLASSIC 127V 40W E27 10X10	7891206010152	40,0	516,0	12,9	G	750
				LAMP INC CLASSIC 127V 60W E27 10X10	7891206010183	60,0	664,0	14,4	G	750
				LAMP INC CLASSIC 127V 100W E27 10X10	7891206010244	100,0	1620,0	16,2	G	750
				LAMP INC CLASSIC 127V 150W E27 5X10	7891206012071	150,0	2505,0	16,7	G	750
			LAMP INC CLASSIC 127V 200W E27 5X10	7891206012132	200,0	3620,0	17,6	G	750	
			220 V	LAMP INC CLASSIC 220V 25W E27 10X10	789120602167	25,0	220,0	8,8	G	1000
				LAMP INC CLASSIC 220V 40W E27 10X10	7891206010343	40,0	419,0	10,4	G	1000
				LAMP INC CLASSIC 220V 60W E27 10X10	7891206010503	60,0	715,0	11,9	G	1000
				LAMP INC CLASSIC 220V 100W E27 10X10	7891206010589	100,0	1850,0	13,5	G	1000
LAMP INC CLASSIC 220V 150W E27 5X10	7891206012088	150,0		2180,0	14,5	G	1000			
LAMP INC CLASSIC 220V 200W E27 5X10	7891206012149	200,0	3090,0	15,5	G	1000				
OSRAM	OSRAM	DECORATIVA	127 V	LAMP INC V. LISA 127V 25W CL E27 10X5	7790023016517	25,0	220,0	8,8	G	1000
				LAMP INC V. LISA 127V 25W SIL E27 10X5	7790023016524	25,0	190,0	7,6	G	1000
				LAMP INC BELLALUX 127V 40W E27 5X10	7891206010918	40,0	480,0	12,0	G	750
				LAMP INC BOLINHA 127V 40W CL E27 10X5	7790023016159	40,0	495,0	11,6	G	1000
				LAMP INC BOLINHA 127V 40W SIL E27 10X5	7790023014950	40,0	430,0	10,8	G	1000
				LAMP INC V. LISA 127V 40W CL E27 10X5	7790023016555	40,0	440,0	11,0	G	1000
				LAMP INC V. LISA 127V 40W SIL E27 10X5	7790023016562	40,0	410,0	10,3	G	1000
				LAMP INC BELLALUX 127V 60W E27 5X10	7891206010061	60,0	890,0	13,3	G	750
				LAMP INC MINI BELLALUX 127V 60W E27 10X5	7790023019159	60,0	720,0	12,0	G	1000
				LAMP INC V. BALÃO 127V 60W CL E27 10X5	7790023016479	60,0	820,0	13,7	G	1000
			LAMP INC V. BALÃO 127V 60W SIL E27 10X5	7790023016487	60,0	760,0	12,7	G	1000	
			LAMP INC BELLALUX 127V 100W E27 5X10	7891206010078	100,0	1510,0	15,1	G	750	
			220 V	LAMP INC V. LISA 220V 25W CL E27 10X5	7790023016531	25,0	215,0	8,6	G	1000
				LAMP INC V. LISA 220V 25W SIL E27 10X5	7790023016548	25,0	200,0	8,0	G	1000
				LAMP INC V. LISA 220V 40W CL E27 10X5	7790023016579	40,0	390,0	9,8	G	1000
				LAMP INC V. LISA 220V 40W SIL E27 10X5	7790023016586	40,0	360,0	9,0	G	1000
				LAMP INC BOLINHA 220V 40W CL E27 10X5	7790023001490	40,0	416,0	10,4	G	1000
				LAMP INC BOLINHA 220V 40W SIL E27 10X5	7790023001478	40,0	390,0	9,8	G	1000
				LAMP INC BELLALUX 220V 40W E27 CX 50	7891206011029	40,0	370,0	9,3	G	1000
				LAMP INC V. BALÃO 220V 60W CL E27 10X5	7790023003621	60,0	690,0	11,5	G	1000
LAMP INC V. BALÃO 220V 60W SIL E27 10X5	7790023001980	60,0		660,0	11,0	G	1000			
LAMP INC BELLALUX 220V 80W E27 5X10	7891206011043	80,0		840,0	10,5	G	1000			
LAMP INC MINI BELLALUX 220V 80W E27 10X5	7790023001915	80,0	655,0	8,2	G	1000				
LAMP INC BELLALUX 220V 100W E27 CX 50	7891206011974	100,0	1220,0	12,2	G	1000				

FABRICANTE	MARCA	TIPO	TENSÃO	MODELO	CÓDIGO DE BARRAS	POTÊNCIA DECLARADA (W)	FLUXO LUMINOSO (lm)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (lm/W)	CLASSE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	VIDA (horas)
SADOKIN	SADOKIN	DECORATIVA	127V	BOLINHA BQ-45 E-27 CLARA DECORATIVA	780748241331-7	15,0	110,0	7,3	F	1000
				BOLINHA BQ-45 E-27 LEITOSA DECORATIVA	780748241332-7	15,0	80,0	5,3	D	1000
				BOLINHA BQ-45 E-27 CLARA LUSTRE	780748241351-5	25,0	210,0	8,4	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748241352-2	25,0	180,0	7,3	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-14 CLARA LUSTRE	780748241251-8	25,0	210,0	8,4	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748241252-5	25,0	180,0	7,3	C	750
				VELA LISA VL-37 E-27 CLARA LUSTRE	780748241851-0	25,0	210,0	8,4	C	750
				VELA LISA VL-37 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748241852-7	25,0	180,0	7,3	C	750
				VELA LISA VL-37 E-14 CLARA LUSTRE	780748241791-8	25,0	210,0	8,4	C	750
				VELA LISA VL-37 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748241792-8	25,0	180,0	7,3	C	750
				VELA LISA VL-35 E-12 CLARA LUSTRE	780748242057-0	25,0	210,0	8,4	C	750
				VELA LISA VL-35 E-12 LEITOSA LUSTRE	780748241893-1	25,0	180,0	7,3	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-27 CLARA LUSTRE	780748241381-2	40,0	410,0	10,3	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748241382-0	40,0	340,0	8,5	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-27 CLARA FOGÃO/GELEIRA	780748241971-3	40,0	410,0	10,3	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-27 LEITOSA FOGÃO/GELEIRA	780748241972-0	40,0	340,0	8,5	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-14 CLARA LUSTRE	780748241271-6	40,0	410,0	10,3	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748241272-3	40,0	340,0	8,5	C	750
				VELA LISA VL-37 E-27 CLARA LUSTRE	780748241871-8	40,0	410,0	10,3	C	750
				VELA LISA VL-37 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748241872-5	40,0	340,0	8,5	C	750
				VELA LISA VL-37 E-14 CLARA LUSTRE	780748241821-3	40,0	410,0	10,3	C	750
				VELA LISA VL-37 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748241822-0	40,0	340,0	8,5	C	750
				VELA BALÃO VL-50 E-27 CLARA LUSTRE	780748241891-6	40,0	410,0	10,3	C	750
				VELA BALÃO VL-50 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748241892-3	40,0	340,0	8,5	C	750
				PA-45 E-27 CLARA FOGÃO/GELEIRA	780748241831-6	40,0	410,0	10,3	C	750
				VELA LISA VL-35 E-12 CLARA LUSTRE	780748241887-0	40,0	410,0	10,3	C	750
				VELA LISA VL-35 E-12 LEITOSA LUSTRE	780748241888-5	40,0	340,0	8,5	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-27 CLARA LUSTRE		60,0	630,0	10,5	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-27 LEITOSA LUSTRE		60,0	505,0	8,4	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-14 CLARA LUSTRE	780748241291-4	60,0	630,0	10,5	C	750
				BOLINHA BQ-45 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748241292-1	60,0	505,0	8,4	C	750
				VELA LISA VL-37 E-27 CLARA LUSTRE	780748241881-7	60,0	630,0	10,5	C	750
				VELA LISA VL-37 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748242092-8	60,0	505,0	8,4	C	750
VELA LISA VL-37 E-14 CLARA LUSTRE	780748241831-2	60,0	630,0	10,5	C	750				
VELA LISA VL-37 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748241832-0	60,0	505,0	8,4	C	750				
VELA BALÃO VL-50 E-27 CLARA LUSTRE	780748242091-0	60,0	630,0	10,5	C	750				
VELA BALÃO VL-50 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748242092-8	60,0	505,0	8,4	C	750				

FABRICANTE	MARCA	TIPO	TENSÃO	MODELO	CÓDIGO DE BARRAS	POTÊNCIA DECLARADA (W)	FLUXO LUMINOSO (lm)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (lm/W)	CLASSE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	VIDA (horas)
SADOKIN	SADOKIN	DECORATIVA	220V	BOLINHA BG-45 E-27 CLARA DECORATIVA	780748241531-1	15,0	95,0	6,3	E	1000
				BOLINHA BG-45 E-27 LEITOSA DECORATIVA	780748241532-8	15,0	72,0	4,8	C	1000
				BOLINHA BG-45 E-27 CLARA LUSTRE	780748241551-0	25,0	170,0	6,8	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748241552-8	25,0	165,0	6,6	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-14 CLARA LUSTRE	780748241451-2	25,0	170,0	6,8	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748241452-0	25,0	165,0	6,6	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-27 CLARA LUSTRE	780748242051-3	25,0	170,0	6,8	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748242052-0	25,0	165,0	6,6	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-14 CLARA LUSTRE	780748241091-3	25,0	170,0	6,8	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748241092-0	25,0	165,0	6,6	G	1000
				VELA LISA VL-35 E-12 CLARA LUSTRE	780748242058-0	25,0	170,0	6,8	G	1000
				VELA LISA VL-35 E-12 LEITOSA LUSTRE	780748241884-8	25,0	165,0	6,6	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-27 CLARA LUSTRE	780748241551-6	40,0	340,0	8,5	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748241562-3	40,0	280,0	7,0	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-27 CLARA FOGÃO/GELADEIRA	780748241571-7	40,0	340,0	8,5	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-27 LEITOSA FOGÃO/GELADEIRA	780748241572-4	40,0	280,0	7,0	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-14 CLARA LUSTRE	780748241471-0	40,0	340,0	8,5	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748241472-7	40,0	280,0	7,0	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-27 CLARA LUSTRE	780748242071-1	40,0	340,0	8,5	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748242072-8	40,0	280,0	7,0	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-14 CLARA LUSTRE	780748242021-8	40,0	340,0	8,5	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748242022-3	40,0	280,0	7,0	G	1000
				VELA BALÃO VL-50 E-27 CLARA LUSTRE	780748241893-0	40,0	340,0	8,5	G	1000
				VELA BALÃO VL-50 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748241894-7	40,0	280,0	7,0	G	1000
				PA-45 E-27 CLARA FOGÃO/GELADEIRA	780748241681-3	40,0	340,0	8,5	G	1000
				VELA LISA VL-35 E-12 CLARA LUSTRE	780748241886-8	40,0	340,0	8,5	G	1000
				VELA LISA VL-35 E-12 LEITOSA LUSTRE	780748241886-2	40,0	280,0	7,0	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-27 CLARA LUSTRE		60,0	620,0	10,3	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-27 LEITOSA LUSTRE		60,0	495,0	8,3	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-14 CLARA LUSTRE	780748241491-8	60,0	620,0	10,3	G	1000
				BOLINHA BG-45 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748241492-5	60,0	495,0	8,3	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-27 CLARA LUSTRE	780748242051-0	60,0	620,0	10,3	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748242052-0	60,0	495,0	8,3	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-14 CLARA LUSTRE	780748242211-1	60,0	620,0	10,3	G	1000
				VELA LISA VL-37 E-14 LEITOSA LUSTRE	780748242212-8	60,0	495,0	8,3	G	1000
				VELA BALÃO VL-50 E-27 CLARA LUSTRE	780748242093-3	60,0	620,0	10,3	G	1000
				VELA BALÃO VL-50 E-27 LEITOSA LUSTRE	780748242094-0	60,0	495,0	8,3	G	1000

FABRICANTE	MARCA	TIPO	TENSÃO	MODELO	CÓDIGO DE BARRAS	POTÊNCIA DECLARADA (W)	FLUXO LUMINOSO (lm)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (lm/W)	CLASSE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	VIDA (horas)	
GENERAL ELECTRIC	BARATEIRO	CONULM	127	STANDARD	7805000225149	80,0	864,0	14,4	G	750	
	BARATEIRO			STANDARD	7805000225159	100,0	1820,0	18,2	G	750	
	BARATEIRO		220	STANDARD	7805000225163	80,0	715,0	11,9	G	1000	
	BARATEIRO			STANDARD	7805000225170	100,0	1950,0	19,5	G	1000	
	BIG		127	CRISTAL	780500022381	40,0	516,0	12,9	G	750	
	BIG			CRISTAL	780500022363	80,0	894,0	14,4	G	750	
	BIG			CRISTAL	780500022377	100,0	1620,0	16,2	G	750	
	BIG		220	CRISTAL	780500022384	40,0	416,0	10,4	G	1000	
	BIG			CRISTAL	780500022348	80,0	715,0	11,9	G	1000	
	BIG			CRISTAL	780500022360	100,0	1950,0	19,5	G	1000	
	CAREFOUR		127	BRANCA	330500654641	40,0	464,0	11,6	G	750	
	CAREFOUR			BRANCA	330500654656	80,0	778,0	13,0	G	750	
	CAREFOUR			BRANCA	330500654685	100,0	1458,0	14,6	G	750	
	CAREFOUR			CLARA	330500654667	25,0	290,0	9,2	G	750	
	CAREFOUR			CLARA	330500654603	40,0	516,0	12,9	G	750	
	CAREFOUR			CLARA	330500654610	80,0	894,0	14,4	G	750	
	CAREFOUR			CLARA	330500680659	100,0	1620,0	16,2	G	750	
	CAREFOUR			220	BRANCA	330500654765	40,0	374,0	9,4	G	1000
	CAREFOUR				BRANCA	330500654801	80,0	644,0	10,7	G	1000
	CAREFOUR				BRANCA	330500654818	100,0	1215,0	12,2	G	1000
	CAREFOUR				CLARA	330500654889	25,0	220,0	8,8	G	1000
	CAREFOUR				CLARA	330500654668	40,0	416,0	10,4	G	1000
	CAREFOUR				CLARA	330500654702	80,0	715,0	11,9	G	1000
	CAREFOUR				CLARA	330500654726	100,0	1950,0	19,5	G	1000
	CAREFOUR		127		BRANCA	330500095905	40,0	464,0	11,6	G	750
	CHAMPION			BRANCA	330500095912	80,0	778,0	13,0	G	750	
	CHAMPION			BRANCA	330500095929	100,0	1458,0	14,6	G	750	
	CHAMPION			CLARA	330500095844	25,0	290,0	9,2	G	750	
	CHAMPION			CLARA	330500095851	40,0	516,0	12,9	G	750	
	CHAMPION			CLARA	330500095865	80,0	894,0	14,4	G	750	
	CHAMPION			CLARA	330500095875	100,0	1620,0	16,2	G	750	
	CHAMPION			220	BRANCA	330500095908	40,0	374,0	9,4	G	1000
	CHAMPION				BRANCA	330500098001	80,0	644,0	10,7	G	1000
	CHAMPION				BRANCA	330500098016	100,0	1215,0	12,2	G	1000
	CHAMPION		CLARA		330500095938	25,0	220,0	8,8	G	1000	
	CHAMPION		CLARA		330500095945	40,0	416,0	10,4	G	1000	
	CHAMPION		CLARA		330500095950	80,0	715,0	11,9	G	1000	
	CHAMPION		CLARA	330500095967	100,0	1950,0	19,5	G	1000		
	COMPREBEM		127	STANDARD	7805000225149	80,0	864,0	14,4	G	750	
	COMPREBEM			STANDARD	7805000225159	100,0	1820,0	18,2	G	750	
	COMPREBEM			220	STANDARD	7805000225163	80,0	715,0	11,9	G	1000
	COMPREBEM				STANDARD	7805000225170	100,0	1950,0	19,5	G	1000
	EXTRA		127	SOFT	7805000227884	80,0	778,0	13,0	G	750	
	EXTRA			SOFT	7805000227861	100,0	1458,0	14,6	G	750	
	EXTRA			STANDARD	7805000225002	80,0	864,0	14,4	G	750	
	EXTRA			STANDARD	7805000225019	100,0	1820,0	18,2	G	750	
	EXTRA			220	SOFT	7805000228072	80,0	644,0	10,7	G	1000
	EXTRA				SOFT	7805000228080	100,0	1215,0	12,2	G	1000
	EXTRA		127	STANDARD	7805000225026	80,0	715,0	11,9	G	1000	
	EXTRA			STANDARD	7805000225023	100,0	1950,0	19,5	G	1000	
	GE			127	CRISTAL	7801140807437	15,0	112,0	7,5	F	750
	GE				CRISTAL	7801140807444	25,0	290,0	9,2	G	750
GE	CRISTAL	7801140807451	40,0		516,0	12,9	G	750			
GE	CRISTAL	7801140807465	80,0		894,0	14,4	G	750			

FABRICANTE	MARCA	TIPO	TENSÃO	MODELO	CÓDIGO DE BARRAS	POTENCIA DECLARADA (W)	FLUXO LUMINOSO (lm)	EFICIENCIA ENERGÉTICA (lm/W)	CLASSE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	VIDA (horas)
GENERAL ELECTRIC	GE	DECORATIVA	127	BOLNHA	0043198478197	15,0	80,0	5,3	D	1000
				BOLNHA	7801140488570	25,0	132,0	7,3	G	1000
				BOLNHA	7801140488817	25,0	210,0	8,4	G	750
				BOLNHA	7801140488567	40,0	340,0	8,5	G	1000
				BOLNHA	7801140488624	40,0	410,0	10,3	G	750
				GELADERAFOGÃO	7801140688052	40,0	410,0	10,3	G	750
				VELA	0043198200578	25,0	162,0	7,3	G	750
				VELA	0043198200661	25,0	210,0	8,4	G	750
				VELA	0043198200662	40,0	340,0	8,5	G	750
				VELA	0043198200585	40,0	410,0	10,3	G	750
		220	BOLNHA	7801140488664	25,0	195,0	5,6	G	1000	
			BOLNHA	7801140488831	25,0	170,0	5,8	G	1000	
			BOLNHA	7801140488809	40,0	290,0	7,0	G	1000	
			BOLNHA	7801140488848	40,0	340,0	8,5	G	1000	
			GELADERAFOGÃO	7801140001854	40,0	340,0	8,5	G	1000	
			BOLNHA	0043198477772	15,0	72,0	4,8	C	1000	
			VELA	0043198303294	25,0	148,0	5,8	G	1000	
			VELA	0043198303381	25,0	170,0	6,8	G	1000	
			VELA	0043198303300	40,0	290,0	7,0	G	1000	
			VELA	0043198303348	40,0	340,0	8,5	G	1000	
VELA	0043198303317	60,0	495,0	8,3	G	1000				
VELA	0043198303355	60,0	620,0	10,3	G	1000				
PHILIPS	PHILIPS	Standard A55 COMUM	127V	STD-127V25-N	7804400002701	25,0	230,0	9,2	G	750
				STD-127V40-N	7804400002718	40,0	516,0	12,9	G	750
				STD-127V80-N	7804400002725	80,0	894,0	14,4	G	750
			STD-127V100-N	7804400002732	100,0	1620,0	16,2	G	750	
			220V	STD-220V25-N	7804400001124	25,0	220,0	8,8	G	1000
				STD-220V40-N	7804400001181	40,0	415,0	10,4	G	1000
		STD-220V80-N		7804400001148	80,0	715,0	11,9	G	1000	
		STD-220V100-N	7804400001162	100,0	1350,0	13,5	G	1000		
		Standard (A-85) Alta Potência COMUM	127V	STD-127V150	7804400002763	150,0	256,0	16,7	G	750
				STD-127V200	7804400002770	200,0	3520,0	17,6	G	750
			220V	STD-220V150	7804400001179	150,0	2180,0	14,5	G	1000
		STD-220V200	7804400001902	200,0	3090,0	15,5	G	1000		
		Incandescente Soft (ER) COMUM	127V	SOFT-127V25	7804400002787	25,0	207,0	8,3	G	750
				SOFT-127V40	7804400002794	40,0	464,0	11,6	G	750
				SOFT-127V80	7804400002800	80,0	778,0	13,0	G	750
			SOFT-127V100	7804400002817	100,0	1458,0	14,6	G	750	
			220V	SOFT-220V25	7804400001306	25,0	198,0	7,9	G	1000
				SOFT-220V40	7804400001928	40,0	374,0	9,4	G	1000
		SOFT-220V80		7804400001933	80,0	844,0	10,7	G	1000	
		SOFT-220V100	7804400001940	100,0	1215,0	12,2	G	1000		
		Standard Vela Branca DECORATIVA	127V	VB-CL-127V80-BR	7804400002128	80,0	750,0	12,5	G	750
				VB-AG-127V80-BR	7804400002152	80,0	740,0	12,3	G	750
			220V	VB-CL-220V25-BR	7709807122959	25,0	194,0	7,8	G	1000
				VB-CL-220V40-BR	7709807123189	40,0	362,0	9,1	G	1000
				VB-AG-220V40-BR	8711500059467	40,0	326,0	8,2	G	1000
				VB-CL-220V80-BR	7804400002145	80,0	730,0	12,2	G	1000
		VB-AG-220V80-BR	7801150015783	80,0	680,0	11,3	G	1000		
		Standard Vela Lina DECORATIVA	127V	VL-CL-127V25-BR	7804400002069	25,0	255,0	10,2	G	750
				VL-AG-127V25-BR	7804400002077	25,0	256,0	10,2	G	750
				VL-CL-127V40-BR	7804400002091	40,0	480,0	12,0	G	1000
VL-AG-127V40-BR	7804400002114			40,0	480,0	12,0	G	1000		
220V	VL-CL-220V25-BR		7804400002080	25,0	205,0	8,2	G	1000		
	VL-AG-220V25-BR		8711500120441	25,0	206,0	8,2	G	1000		
	VL-CL-220V40-BR		8711500120463	40,0	395,0	9,9	G	1000		
	VL-AG-220V40-BR		8711500120485	40,0	396,0	9,9	G	1000		
VL-AG-220V80-BR	8711500120472	80,0	595,0	9,9	G	1000				

FABRICANTE	MARCA	TIPO	TENSÃO	MODELO	CÓDIGO DE BARRAS	POTENCIA DECLARADA (W)	FLUXO LUMINOSO (lm)	EFICIENCIA ENERGETICA (lm/W)	CLASSE DE EFICIENCIA ENERGETICA	VIDA (horas)
PHILIPS	PHILIPS	Standard Lube DECORATIVA	127V	LU-CL-127V25-BR	780440002178	25,0	206,0	8,2	C	750
				LU-AQ-127V25-BR	780440002190	25,0	200,0	8,0	C	750
				LU-CL-127V40-BR	780440002218	40,0	490,0	11,5	C	750
				LU-AQ-127V40-BR	780440002237	40,0	380,0	9,5	C	750
		Standard Lube DECORATIVA	220V	LU-CL-220V25-BR	871150001185	25,0	206,0	8,2	C	1000
				LU-AQ-220V25-BR	871150001205	25,0	185,0	7,4	C	1000
				LU-CL-220V40-BR	871150001188	40,0	396,0	9,9	C	1000
				LU-AQ-220V40-BR	871150001120	40,0	355,0	8,9	C	1000
				LU-CL-220V80-BR	871150007029	80,0	690,0	11,0	C	1000
				LU-AQ-220V80-BR	871150003215	80,0	595,0	9,9	C	1000
Standard Gel-Fog DECORATIVA	127V	GEL-FOG-127V40BR	7804400001541	40,0	400,0	10,0	C	750		
		220V	GEL-FOG-220V40BR	7804400001858	40,0	330,0	8,3	C	1000	
EMPALUX	EMPALUX	COMUM	127 V	IN10214	7809810402358	25W	290,0	9,2		750
				IN10414	7809810400019	40W	516,0	12,9		750
				IN10614	7809810400028	60W	894,0	14,4		750
				IN11014	7809810400093	100W	1620,0	16,2		750
				IN11514	7809810400088	150W	2520,0	16,7		750
				IN12014	7809810400095	200W	3520,0	17,6		750
				IN20214	7809810402385	25W	200,0	8,8		1000
		COMUM	220V	IN20414	7809810400040	40W	415,0	10,4		1000
				IN20614	7809810400057	60W	716,0	11,9		1000
				IN21014	7809810400084	100W	1350,0	13,5		1000
				IN21514	7809810400071	150W	2180,0	14,5		1000
				IN22014	7809810400101	200W	3090,0	15,5		1000