

# LED – APLICAÇÕES EM LUMINOTÉCNICA

**Prestes Baldo<sup>1</sup>, Landulfo Silveira Jr.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Engenharia Elétrica - FEAU – UNIVAP, Universidade do Vale do Paraíba, Av. Shishima Hifumi, 2911- São José dos Campos, SP.  
prestesbaldo@hotmail.com, landulfo@univap.br

**Resumo** – Este trabalho pretende apresentar o LED, um elemento semicondutor aplicado à luminotécnica, que pode gerar luminosidade. O objetivo desta tecnologia é desenvolver um novo conceito em iluminação capaz de fornecer produtos com baixo nível de consumo e que não irradie calor. Sendo uma tecnologia ainda em desenvolvimento, é otimista a perspectiva de seu uso nos mais diversos setores como, na iluminação e decoração residencial, industrial e comercial, automobilístico, de segurança, semaforico, na área da saúde e no meio ambiente.

**Palavras-chave:** Luminotécnica, LED, Lúmens, Lux, Luz.

**Área do Conhecimento:** III - Engenharias

## Introdução

A luz, que pode ser natural ou artificial, é o aspecto da energia radiante constatada pela sensação visual, determinada pelo estímulo da retina ocular<sup>[1]</sup>. Em seu aspecto artificial, as lâmpadas necessitam de energia elétrica para funcionarem. De toda energia gerada no país, cerca de 25% é consumida por elas. Na Ciência da luminotécnica está em desenvolvimento o uso do LED (diodo emissor de luz) tema deste trabalho, como fornecedor de luz, com alta eficiência e baixo consumo, sendo a grande promessa da iluminação no século XXI que caminha aos poucos para se tornar realidade.

## Materiais semicondutores

Eletricamente, os materiais se classificam em: isolantes, semicondutores e condutores. O LED é um componente formado pela junção de dois elementos semicondutores, que podem ser Germânio ou Silício, os quais formam em sua estrutura atômica uma ligação compartilhada chamada ligação covalente.

Embora a ligação covalente resulte em uma ligação mais forte entre os elétrons de valência e os átomos aos quais estão associados, os elétrons de valência podem absorver energia cinética suficiente para quebrar a ligação e assumir o estado livre<sup>[2]</sup>.

Essa energia cinética absorvida pelo elétron situado na camada de valência, chamado de elétron livre, pode ter origem em uma diferença de potencial, um aumento de temperatura ou a energia da luz na forma de fótons.

## Diodos

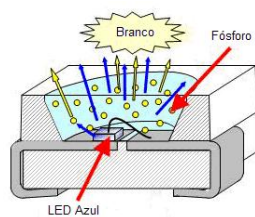
Um dos dispositivos eletrônicos mais importantes no desenvolvimento de circuitos é o DIODO, que é um componente formado por dois semicondutores “dopados” com materiais distintos que faz com que um deles contenha elétrons em excesso (semicondutor do tipo N) e, o outro, lacunas em excesso (semicondutor do tipo P), e cuja função básica é permitir a passagem da corrente elétrica em um sentido do circuito e impedir sua passagem no sentido oposto, efeito esse propiciado pela maneira como é fabricado. Basicamente o diodo é constituído por cristal tetravalente, isto é, que têm quatro elétrons na sua camada de valência, o que o torna material semicondutor, estando no meio da faixa entre os condutores e os isolantes.

## Diodos Emissores de Luz

É o processo de emissão de luz pela aplicação de uma fonte elétrica de energia. Em qualquer junção p-n polarizada diretamente, existe dentro da estrutura e principalmente próximo da junção, uma recombinação de lacunas e elétrons. Essa recombinação exige que a energia do elétron livre não-ligado seja transferida para outro estado, parte dessa energia será emitida na forma de calor e outra parte, na forma de fótons, sendo que a intensidade de luz varia em função dos elementos utilizados na fabricação do diodo.

## Eletroluminiscência

A figura 1 mostra o processo de emissão de luz pelo elétron livre na passagem pela camada de depleção, quando da aplicação de uma fonte elétrica de energia, denominada eletroluminiscência.



**Figura 1.** Eletroluminescência.

### Uma fonte de luz promissora

A revista *Electrical World* na sua edição de fevereiro de 1907 registrava oficialmente a descoberta do LED pelo pesquisador inglês Henry Joseph Round. Assistente de Guglielmo Marconi, inventor do telégrafo sem fio, Round observou pela primeira vez o fenômeno da eletroluminescência artificial numa experiência com um cristal de carboneto de silício (SiC) que produziu uma tênue luz amarelada quando atravessado por uma corrente elétrica<sup>[3]</sup>.

Com essa descoberta vários cientistas passaram a estudar outros materiais que também se comportavam dessa maneira, dentre eles George Destriau (Paris, 1936) que utilizou na sua experiência sulfeto de zinco (ZnS) em pó, sendo que para muitos, ele é conhecido como o verdadeiro descobridor da eletroluminescência artificial.

Até a década de cinquenta, pouco se evoluiu nas experiências com materiais eletroluminescentes. Na década de sessenta, na Inglaterra, o pesquisador NICK Holoniak Jr. da General Eletric desenvolveu o primeiro LED à base de Fósforo, Arsênio e Gálio (GaAsP) que se tornou o primeiro LED comercial emitindo luz visível de cor vermelha utilizado hoje como lâmpada indicadora em aparelhos eletrônicos. Após esse feito, a tecnologia do LED evoluiu de maneira impressionante com a utilização de novos materiais e substratos, obtendo-se um crescimento vertiginoso da potência (brilho), da eficiência luminosa (lm/W), da longevidade e da diversidade de cores (emissão de luz monocromática com diferentes comprimentos de onda). Na década de setenta outro LED surgiu à base de Fosfeto de Gálio (GaP) produzindo luz vermelha alaranjada e verde pálida. Na década de oitenta surgiu a primeira geração de LED de potência composto de Fósforo, Arsênio, Alumínio e Gálio (GaAlAsP) produzindo primeiramente luz vermelha e depois amarela e verde com níveis de iluminação dez vezes superiores aos LED's anteriores

O objetivo que se buscava para tornar o LED um elemento de uso na iluminação convencional era produzir LED de luz branca, feito conseguido por Shuji Nakamura, da empresa japonesa NICHIA Chemical Corporation, que utilizou chips recobertos com material fosforescente absorvendo

luz azul e emitindo luz branca, como ocorre nas lâmpadas fluorescentes em uso.

Com esse desenvolvimento o LED deixou de ter apenas aplicação como lâmpada indicadora de aparelhos eletrônicos para atingir novos mercados, como controle de tráfego (semáforos), painéis luminosos de anúncios e mensagens, na área médica, além de sistemas para indústrias automotivas e iluminação arquitetônica, sendo esta a que vem recebendo grande desenvolvimento tecnológico que incluem as novas gerações de LED de luz branca, mais potente e eficiente e de sofisticados sistemas de controle da intensidade e da cor dos fachos luminosos (color change). Em vista da sua eficiência, flexibilidade e versatilidade, como alternativa às lâmpadas incandescentes, halógenas, fluorescentes e de descarga em alta intensidade pode-se afirmar que é um sistema de iluminação "PROMISSOR".

A indústria, acompanhando o desenvolvimento científico, e vislumbrando a potencialidade do uso do LED em substituição ao sistema de iluminação atual vem desenvolvendo de maneira acelerada produtos à base de LED.

### Uma visão do estado atual da arte do LED

"O ano de 2006 foi marcado pelo lançamento de novos produtos na área da iluminação, frutos dos recentes avanços da tecnologia do LED. Durante as últimas feiras internacionais Lighting + Building em Frankfurt, Alemanha, e Lightfair em Las Vegas, EUA, numerosos estandes de fabricantes e integradores de produtos e sistemas empregando LED's apresentaram novidades para os mais variados campos de aplicação. Os destaques foram os LED's de alta potência com luz branca, mais eficientes, com maior vida útil e resistência térmica, e com características fotométricas mais adequadas, tanto no que diz respeito à distribuição do fluxo luminoso quanto às propriedades da luz emitida – Temperatura de Cor Correlata (TCC) e Índice de Reprodução de Cores"<sup>[4]</sup>

Vários projetos aplicando essa tecnologia estão em andamento, dentre eles se destaca o que a CET (Companhia de Engenharia de Trânsito de São Paulo) desenvolve em um semáforo para pedestres na Avenida Faria Lima, próximo à Rua Grécia. Este equipamento foi instalado no ano de 1990 e passado mais de 15 anos continua funcionando perfeitamente sem que haja queima de qualquer de seus diodos. Já se pode ver em várias ruas aqui de São José dos Campos, e também em outras cidades, semáforos construídos com base na tecnologia do LED. Para se conseguir as cores vermelha e amarela é feita uma combinação de cristais a base de Alumínio, Índio, Gálio e Fósforo, já para a cor verde usa-se o índio, Gálio e Nitrogênio.

Na área da medicina, alguns hospitais estão usando iluminação decorativa à base de LED para amenizar o ambiente, e também substituindo a iluminação de centros cirúrgicos onde se necessita de luz direcionada, por LED<sup>[5]</sup>.

### LED emite luz branca comparável à luz do sol

O LED é fonte de luz de estado sólido com baixíssimo consumo de energia. Embora já estejam presentes em nossa vida diária, de aparelhos eletrônicos a semáforos de trânsito, espera-se que eles venham revolucionar a iluminação como um todo, substituindo as atuais lâmpadas fluorescentes e incandescentes.

Para isso, porém, eles têm que ser capazes de gerar “luz ambiente”, a claridade com a qual estamos acostumados, para a qual o ponto de referência é a luz do sol. O advento dos LED azul deu um impulso enorme nesse sentido, gerando luz branca a partir de sua união com os tradicionais LED’s vermelhos e verdes, mas a fabricação dos mesmos ainda é muito cara, o que tem impedido a disseminação de sua aplicação. Os cientistas utilizaram uma mescla de luz e fósforo, alcançando artificialmente um balanceamento de cores. O fósforo transforma o azul em amarelo gerando luz branca com uma eficiência de 55 lumens por watt.

### Histórico

As primeiras lâmpadas, tipo incandescentes, como as atuais, são formadas por um bulbo de vidro com vácuo e um filamento que se aquece com a passagem de uma corrente elétrica gerando luz, que na realidade, merecem mais o título de fonte de aquecimento do que de luz. “Apenas cinco por cento da energia aplicada em uma lâmpada incandescente é transformada em luz”<sup>[3]</sup>. Mesmo tendo mais de cem anos de vida sua evolução foi singela considerando o tempo decorrido. Dentro de um processo evolutivo vieram: As lâmpadas mistas, que são compostas por um filamento e tubo de descarga, as de vapor de mercúrio e alta pressão, utilizadas em iluminação pública e áreas industriais, as multivapores metálicos, as de vapor de sódio e alta pressão, as tradicionais fluorescentes, tubulares e as compacta, e as lâmpadas halógenas, também consideradas incandescentes.

### Grandezas e fundamentos da luminotécnica

Luz é uma radiação eletromagnética, como mostrado na figura 2, capaz de produzir sensação visual, com comprimento de onda entre 380 e 780 nm (nanômetros), sendo uma parte do conhecido espectro de radiação eletromagnética. Luminância, expressa em lux (lx), indica fluxo

luminoso de uma fonte de luz que incide sobre uma superfície a uma certa distância dessa fonte<sup>[6]</sup>. A figura 3 mostra a relação lumens por Watt.

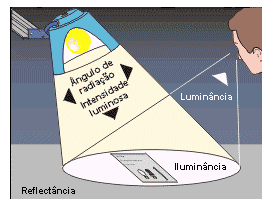


Figura 2. Radiação eletromagnética.

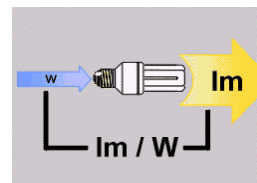


Figura 3. Relação Lumens por Watt.

Outros parâmetros da luminotécnica utilizados são: Candela (cd), que define intensidade luminosa; Lúmen (lm), que define fluxo luminoso<sup>[3]</sup>.

### Alguns benefícios do LED

“Apresenta baixo consumo de energia, custo mínimo de manutenção, máximo efeito visual, acendimento imediato, confiabilidade, maior segurança, pois operam em baixa tensão (< 33V) e alta durabilidade”<sup>[7]</sup>.

### Tecnologia do LED

O LED é um componente semicondutor que tem a propriedade de transformar energia elétrica em luz. O LED pode ser de baixa potência (0,1w) como mostrado na figura 4, média (0,2 à 0,5w), e de alta potência (acima de 0,5w). Em geral os de baixa potência são utilizados para sinalização e efeitos decorativos. Os de alta potência já podem ser aplicados em iluminação geral.

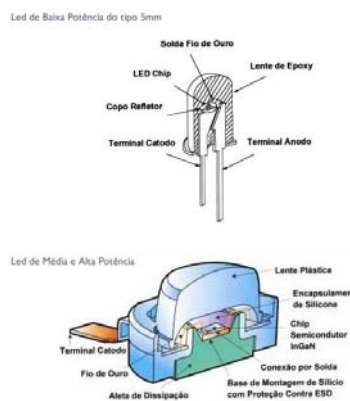


Figura 4. LED de baixa potência.

## Características para a utilização de LED

O LED trabalha em tensão contínua 10V ou 24V dependendo do tipo de produto. Para ligação à rede elétrica é preciso a utilização de fonte de tensão.

A fonte de alimentação depende do tipo de módulo e da potência consumida por esse produto.

Exemplo: A alimentação de 20 módulos (Osram) tipo OS-ML01A-W onde cada módulo consome 0,5W, temos uma potência total de 10W. Neste caso, pode-se utilizar uma fonte OT 12/220-240/10W ou duas fontes OT 06/100-240/10W.

Para se saber quantos módulos são possíveis se ligar numa fonte, basta dividir a potência total pelo consumo individual de cada produto. A figura 5 mostra um circuito simples composto por uma fonte de alimentação CC e 4 ramos com 5 LED's cada.

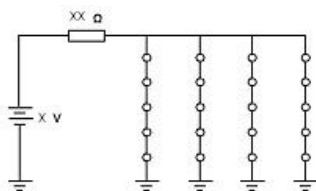


Figura 5. Circuito Elétrico com LED's.

A indústria, acompanhando o desenvolvimento científico, e vislumbrando a potencialidade do uso do LED em substituição ao sistema de iluminação atual vem desenvolvendo de maneira acelerada produtos à base de LED. Como exemplo vemos as figuras 6 e 7.



Figura 6. Montagem de LED's.

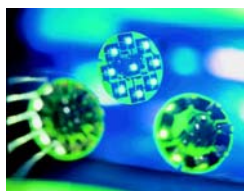


Figura 7. Colméias de LED's.

## Materiais e Métodos

Por ser o LED para uso em iluminação convencional uma tecnologia ainda em desenvolvimento, a disponibilidade de bibliografias sobre o tema é escassa. As informações que

constam nesse trabalho foram obtidas por meio de pesquisa e consulta, para posterior escolha de dados e subsídios, em artigos de revistas especializadas e sites de fabricantes de componentes para iluminação, que são citados na bibliografia apresentada nesse artigo.

A ciência acredita que com o desenvolvimento tecnológico em curso, possivelmente a iluminação à base de LED será para o sistema de lâmpadas atual o mesmo que representou o uso do automóvel para o uso da carroça. A utilização do LED, como fonte de iluminação de uso generalizado, acarretará uma diminuição significativa no consumo da energia elétrica, que é vital, em vista das dificuldades existentes para se conseguir gerar a energia elétrica necessária à manutenção do crescimento econômico indispensável na melhoria da qualidade de vida das pessoas.

## Conclusão:

Considerando o que já se tem de concreto neste novo seguimento tecnológico, as notícias vindas das áreas de pesquisa, e a necessidade de diminuir o consumo de energia associado ao aspecto ambiental, pode-se visualizar em um futuro próximo uma participação ainda maior dos semicondutores no dia-a-dia das pessoas.

## Referências

- [1] CREDER, HELIO. **Instalações elétricas**. 14<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- [2] BOYLESTAD, ROBERT L.; NASHESKY, LOUIS. **Dispositivos Eletrônicos e teoria de circuitos**. 8<sup>a</sup>.ed. São Paulo: 2005.
- [3] NEW WORLD, **Pesquisa & Inovação/ Diodos Emissores**: A luz do futuro. Janeiro 2001, (a revista da siemens), ed. Siemens páginas 38 e 39.
- [4] REVISTA LUME – **Arquitetura**: LED uma fonte de luz promissora. Dezembro 2006/ Janeiro 2007. (publicação bimestral da De Maio Comunicação e Editora Ltda), páginas 34 a 40.
- [5] BIOPHOTONICS INTERNATIONAL, **Medical Lighting**, Maio 2007, ed. Laurin Publication páginas 30 a 34.
- [6] INTERNET. <http://www.OsramdoBrasil.info/catalogo/led/pdf.com.br>. Acessado em 25/02/2007
- [7] INTERNET. <http://www.Superbrightleds.com/leds.tm>. Acessado em 25/02/2007.