

Foto: Divulgação GELcore LLC

Introdução à Tecnologia de LED

Por Vicente A. Scopacasa

O LED é um componente eletrônico semiconductor, mesma tecnologia utilizada nos *chips* dos computadores, que tem a propriedade de transformar energia elétrica em luz. Tal transformação é diferente da encontrada em lâmpadas convencionais que utilizam filamentos metálicos, radiação ultravioleta e descarga de gases, dentre outras. Nos LEDs, a transformação da energia elétrica em luz é feita na matéria, sendo, por isso, chamada de Estado Sólido (*Solid State*). Como comparativo, podemos citar que os LEDs estão para as lâmpadas, assim como os transistores estão para as válvulas. Muitos de vocês devem ter ouvido falar na revolução que os transistores fizeram com relação às válvulas, permitindo que hoje tenhamos equipamentos com alto poder de processamento e performance, com dimensões reduzidas.

O LED é um componente do tipo bipolar, ou seja, tem um terminal chamado anodo e outro, chamado catodo. Dependendo de como for polarizado, permite ou não a passagem da corrente elétrica e, conseqüentemente, a geração ou não de luz.

Na Figura 1, temos a representação simbólica de um LED – que também pode ser comparado a um interruptor eletrônico permitindo ou não a passagem de corrente elétrica dependendo de como for ligado.

O componente mais importante de um LED é o *chip* semiconductor responsável pela geração da luz. Este *chip* tem dimensões muito reduzidas, como pode ser verificado na Figura 2a, em que apresentamos um LED convencional e seus componentes. Na figura 2b, apresentamos um LED de potência, em que podemos observar a maior complexidade nos componentes, a fim de garantir uma melhor performance em aplicações que exigem maior confiabilidade.

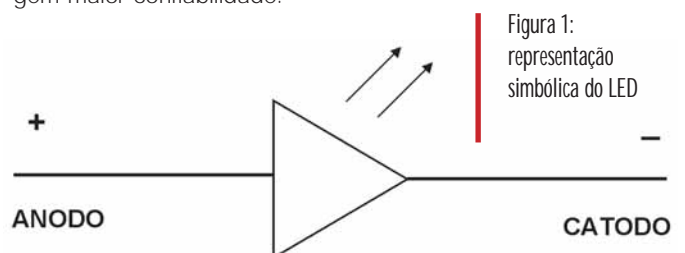
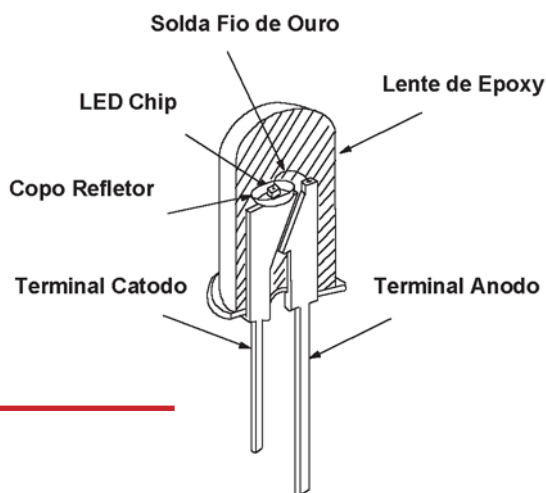


Figura 2a: o componente mais importante de um LED é o *chip* semicondutor, com dimensões muito reduzidas, e responsável pela geração da luz.



Histórico

Apesar do LED ser um componente muito comentado hoje em dia, sua invenção, por Nick Holonyac, aconteceu em 1963, somente na cor vermelha, com baixa intensidade luminosa (1mcd). Por muito tempo, o LED era utilizado somente para indicação de estado, ou seja, em rádios, televisores e outros equipamentos, sinalizando se o aparelho estava ligado ou não.

O LED de cor amarela foi introduzido no final dos anos 60. Somente por volta de 1975 surgiu o primeiro LED verde – com comprimento de onda ao redor de 550nm, o que é muito próximo do comprimento de onda do amarelo, porém com intensidade um pouco maior, da ordem de algumas dezenas de milicandelas.

Durante os anos 80, com a introdução da tecnologia AlInGaP, os LEDs da cor vermelha e âmbar conseguiram atingir níveis de intensidade luminosa que permitiram acelerar o processo de substituição de lâmpadas, principalmente na indústria automotiva.

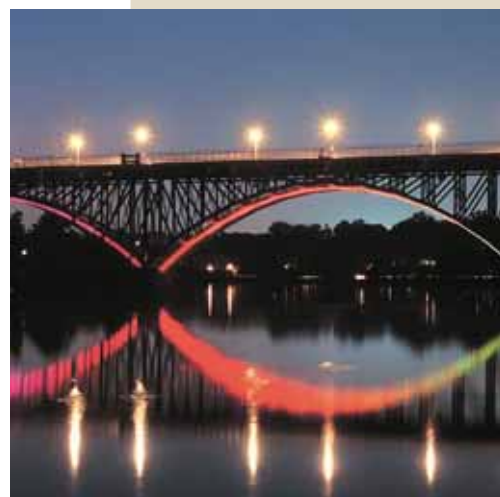


Foto: Divulgação TIR Systems

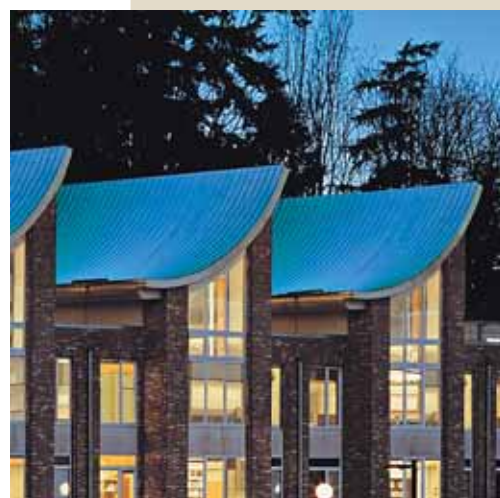
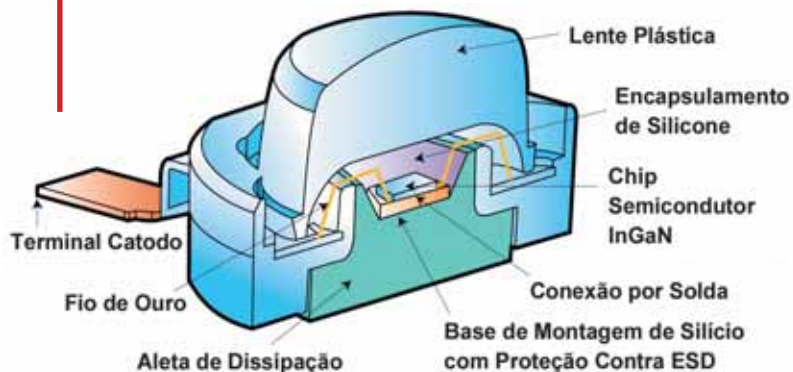


Foto: Divulgação TIR Systems



Foto: Divulgação Philips

Figura 2b: LED de potência - maior complexidade nos componentes, a fim de garantir uma melhor performance em aplicações que exigem maior confiabilidade.



Acredita-se que dentro de alguns anos esta tecnologia será a mais eficiente de todas, razão pela qual fabricantes investem altas somas em desenvolvimento.

» Benefícios «

- **Maior vida útil** – Dependendo da aplicação, a vida útil do equipamento é longa, sem necessidade de troca. Considera-se como vida útil uma manutenção mínima de luz igual a 70%, após 50.000 horas de uso.
- **Custos de manutenção reduzidos** – Em função de sua longa vida útil, a manutenção é bem menor, representando menores custos.
- **Eficiência** – Apresentam maior eficiência que as lâmpadas incandescentes e halógenas e, hoje, muito próximo da eficiência das fluorescentes.
- **Baixa voltagem de operação** – Não representa perigo para o instalador.
- **Resistência a impactos e vibrações** – Utiliza tecnologia de estado sólido, portanto, sem filamentos, vidros etc, aumentando a sua robustez.
- **Controle dinâmico da cor** – Com a utilização adequada, pode-se obter um espectro variado de cores, incluindo várias tonalidades de branco, permitindo um ajuste perfeito da temperatura de cor desejada.
- **Acionamento instantâneo** – Tem acionamento instantâneo, mesmo quando está operando em temperaturas baixas.
- **Controle de intensidade variável** – Seu fluxo luminoso é variável em função da variação da corrente elétrica aplicada a ele, possibilitando, com isto, um ajuste preciso da intensidade de luz da luminária.
- **Cores vivas e saturadas sem filtros** – Emite comprimento de onda monocromático, que significa emissão de luz na cor certa, tornando-a mais viva e saturada. Os LEDs coloridos dispensam a utilização de filtros que causam perda de intensidade e provocam uma alteração na cor, principalmente em luminárias externas, em função da ação da radiação ultravioleta do sol.
- **Luz direta, aumento da eficiência do sistema** – Apesar de ainda não ser a fonte luminosa mais eficiente, pode-se obter luminárias com alta eficiência, em função da possibilidade de direcionamento da luz emitida pelo LED
- **Ecologicamente correto** – Não utiliza mercúrio ou qualquer outro elemento que cause dano à natureza.
- **Ausência de ultravioleta** – Não emitem radiação ultravioleta sendo ideais para aplicações onde este tipo de radiação é indesejada.
- **Ausência de infravermelho** – Também não emitem radiação infravermelho, fazendo com que o feixe luminoso seja frio. □



Foto: Arquivo LA

Entretanto, somente no início dos anos 90, com o surgimento da tecnologia InGaN foi possível obter-se LEDs com comprimento de onda menores, nas cores azul, verde e ciano, tecnologia esta que propiciou a obtenção do LED branco, cobrindo, assim, todo o espectro de cores.

Até então, todos estes LEDs apresentavam no máximo de 4.000 a 8.000 milicandelas, com um ângulo de emissão entre 8 a 30 graus. Foi quando, no final dos anos 90, apareceu o primeiro LED de potência Luxeon, o qual foi responsável por uma verdadeira revolução na tecnologia dos LEDs, pois apresentava um fluxo luminoso (não mais intensidade luminosa) da ordem de 30 a 40 lumens e com um ângulo de emissão de 110 graus.

Hoje em dia, temos LEDs que atingem a marca de 120 lumens de fluxo luminoso, disponíveis em várias cores, responsáveis pelo aumento considerável na substituição de alguns tipos de lâmpadas em várias aplicações de iluminação.

Desmistificando a utilização dos LEDs

Em geral, juntamente com o surgimento de novas tecnologias, surgem mitos que, na maioria das vezes, aparecem justamente pela falta de informação, levando-nos a conclusões precipitadas e não condizentes com a realidade. Posto isto, creio que seria muito interessante e oportuna a abordagem de alguns destes mitos que, possivelmente, são ou já foram motivo de preocupações e dúvidas de muitos de vocês.

- **Todos os LEDs têm vida útil de 100.000 horas:** Como todas as fontes de luz existentes, os LEDs também apresentam degradação no seu fluxo luminoso com o tempo. É muito co-

Hoje em dia, temos LEDs com maior fluxo luminoso, responsáveis pelo aumento considerável na substituição de alguns tipos de lâmpadas em várias aplicações de iluminação.



Fotos: Divulgação Osram



Foto: Divulgação Osram



Foto: Divulgação Philips

Um LED de potência, dependendo da cor, podem substituir arranjos de até 10 LEDs do tipo convencional, com a mesma intensidade de luz.

mum ouvir que os LEDs foram feitos para durar 100.000 horas e isto não necessariamente é uma verdade. Afinal, o que significa durar todo este tempo? Significa que o LED apresentará, por exemplo, somente 20% do seu fluxo luminoso inicial após 100.000 horas? A vida útil de 100.000 horas se aplica a todas as cores? A todos os tipos de encapsulamentos? Seria possível generalizar, considerando-se esta vida útil para LEDs de todos os fabricantes? Na verdade, para responder a todas estas perguntas, teríamos que recorrer aos fabricantes e verificarmos, rigorosamente, se tal informação é real, se consta das especificações técnicas do produto ou trata-se apenas de um argumento de vendas usado em palestras ou demonstrações. O conceito de vida

útil está vinculado à manutenção de uma certa porcentagem de fluxo luminoso em função do tempo. Alguns fabricantes, garantem em suas especificações que os LEDs apresentam uma degradação do fluxo luminoso máxima de 30% após 50.000 horas de uso ou apresentam uma manutenção do fluxo inicial mínima de 70% após 50.000 horas de uso. Tal especificação difere de fabricante para fabricante, porém, é preciso observar que a maioria não divulga esta informação. Testes realizados por institutos internacionais de iluminação constataram que os LEDs convencionais do tipo 5mm apresentaram uma degradação de fluxo da ordem de 60%, após 6.000 horas de uso. É bem possível que este LED possa durar 100.000, mas estará atuando como indicador e não como sinalizador ou iluminador.

- **Os LEDs não liberam calor:** A luz emitida pelos LEDs é fria devido a não presença de infravermelho no feixe luminoso. Entretanto, os LEDs liberam a potência dissipada em forma de calor e este é um fator que deve ser levado em consideração, quando do projeto de um dispositivo com LEDs, pois a não observância deste fato poderá levar o LED a uma degradação acentuada do seu fluxo luminoso e até mesmo a uma falha catastrófica. Boa parte da potência aplicada ao LED é transformada em forma de calor e a utilização de dissipadores térmicos deverá ser considerada a fim de que o calor gerado seja dissipado adequadamente ao ambiente, permitindo que a temperatura de junção do semicondutor (T_j) esteja dentro dos limites especificados pelo fabricante. Na figura 3 apresentamos uma ilustração de um LED convencional de 5mm e podemos observar que o caminho da potência dissipada é o mesmo da corrente elétrica, e esta dissipação é feita pela trilha de cobre da placa de circuito impresso. Já na figura 4, apresentamos um LED com encapsulamento de potência, no qual podemos observar que os caminhos térmico e elétrico são separados e a retirada do calor é feita através do acoplamento de um dissipador térmico à base do LED, garantindo, com isto, uma melhor dissipação.

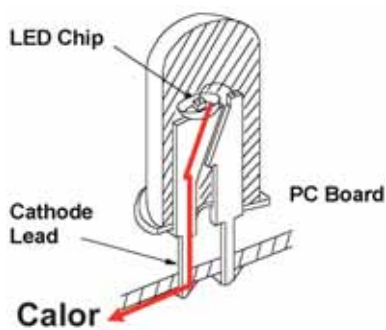
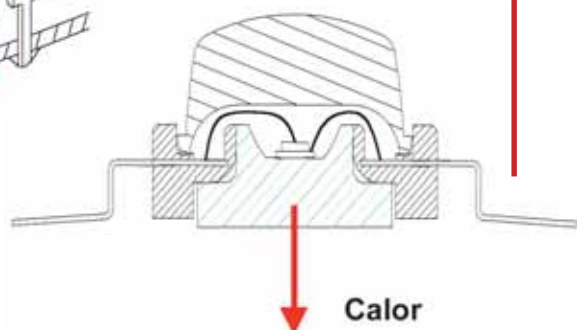


Figura 3: LED convencional e seus componentes.

Figura 4: LED de potência e seus componentes



- **Os LEDs não apresentam fluxo suficiente para aplicações de iluminação:** Utilizando-se LEDs convencionais, é necessária a utilização de arranjos com várias unidades, em função da baixa potência luminosa. Isto, no entanto, não necessariamente acon-



Figura 5:
Uma vitrine com quatro
luminárias brancas com
32 LEDs de 1 watt cada.

tece quando utilizamos LEDs de potência, uma vez que estes, dependendo da cor, podem substituir arranjos de até 10 LEDs do tipo convencional, com a mesma intensidade de luz. Além disso, estão disponíveis LEDs de até 5 watts de potência, que fornecem até 120 lumens por unidade. Temos vários exemplos, inclusive aqui no Brasil, de situações nas quais foram utilizados LEDs de 1 watt para a iluminação de objetos de arte. Arranjos com LEDs de maior potência podem facilmente substituir lâmpadas onde o fator custo / benefício permitir. Na figura 5, apresentamos uma vitrine em que temos quatro luminárias brancas com 32 LEDs de 1 watt cada, utilizadas na iluminação.

Já estão disponíveis LEDs com TCC de 3.200K e com IRC de 90, adequados para iluminação de interiores.

- **A luz branca dos LEDs não é boa para a substituição de lâmpadas incandescentes:** Isto refere-se principalmente à iluminação interna, quando necessita-se de alto índice de reprodução de cor. Na

verdade, a maioria dos LEDs hoje fabricados apresentam uma temperatura correlata de cor típica de 6.000K, com IRC de 70. No entanto, já estão disponíveis LEDs com TCC - Temperatura Correlata de Cor - de 3.200K e com IRC de 90, adequados para iluminação de interiores. Tais LEDs apresentam fluxo luminoso da ordem de 25 a 30 lumens por unidade.

- **Os LEDs de alta potência são caros:** À primeira vista, esta informação pode parecer correta. Porém, a melhor análise a ser considerada é a relação lumens por reais. Os LEDs de potência podem substituir vários LEDs convencionais, como foi dito anteriormente. Por outro lado, devemos observar, também, quais são os benefícios da substituição por LEDs de potência, considerando-se a maior vida útil, menores custos de manutenção etc, que em muitos casos justificam a troca, devido ao retorno obtido em função do tempo de utilização do dispositivo.

- **Os LEDs são mais eficientes que qualquer outra fonte de luz:** Na verdade, hoje, os LEDs são mais eficientes que lâmpadas incandescentes e halógenas, porém menos eficientes que as lâmpadas fluorescentes e de descarga. Por outro lado, em laboratórios já foi comprovado que esta tecnologia, dentro de alguns anos, será a mais eficiente de todas, razão pela qual os fabricantes estão investindo altas somas em pesquisa e desenvolvimento, com o objetivo de viabilizar os benefícios da tecnologia em produtos comerciais e eficientes no menor prazo possível de tempo.

- **A inconsistência na cor dos LEDs brancos é muito grande:** Na maioria dos processos produtivos dos fabricantes nota-se uma dispersão muito grande quanto à TCC dos LEDs brancos. Isto significa que os lotes produzidos apresentam variações que, dependendo da aplicação, podem acarretar um comprometimento da performance da luminária. A fim de se evitar esta variação na dispersão do TCC, alguns fabricantes fornecem os LEDs separados em bins de cor, além de outros parâmetros, onde toda a faixa é subdividida em faixas menores, obtendo-se um maior controle. Na figura 6, apresentamos os bins de cores para o Luxeon branco e Luxeon branco quente.

Os LEDs vieram realmente para ficar e revolucionar todos os sistemas de iluminação que



hoje conhecemos. Segundo alguns "gurus" isto poderá levar 10, 15 ou até 20 anos para que a revolução da iluminação aconteça. Em alguns mercados, como o automotivo, a revolução já está ocorrendo e, atualmente, os automóveis concentram grandes quantidades de LEDs substituindo lâmpadas incandescentes. Na iluminação arquitetônica, passos significativos estão sendo dados e vislumbra-se uma enorme potencialidade. Portanto, devemos nos preparar e adquirir o máximo de conhecimento sobre esta tecnologia que irá revolucionar nossas vidas no futuro. ■

Vicente A. Scopacasa é engenheiro eletrônico com pós-graduação em administração de Marketing. Possui larga experiência em semicondutores, tendo trabalhado em empresas do setor por 30 anos. Atua hoje como representante da Lumileds Lighting para a América do Sul e como consultor no mercado de componentes para sinalização e iluminação.

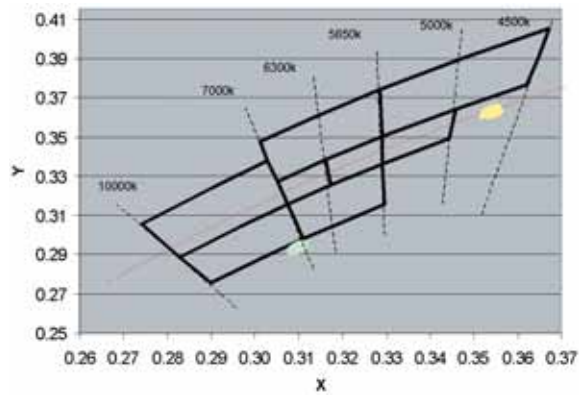


Figura 6:
Bins de cores
para o Luxeon branco
e o Luxeon branco
quente.

