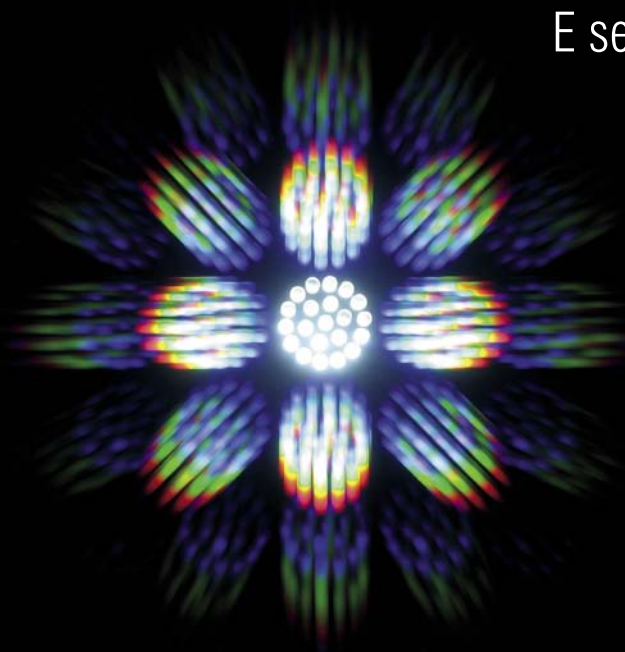


# Sistemas de iluminação com LEDs

Por Gustavo Neves e  
Paulo Scarazzato

E seus possíveis efeitos  
na saúde humana



**EM RECENTE ESTUDO, A AGÊNCIA FRANCESA PARA ALIMENTAÇÃO,** Saúde Ambiental e Ocupacional & Segurança (ANSES) discutiu questões relativas aos efeitos sobre a saúde e ao bem-estar dos indivíduos a partir da utilização dos sistemas de iluminação artificial com diodos emissores de luz (LEDs). Como sabe-se que a exposição à luz artificial afeta direta ou indiretamente o comportamento humano, e que muitas áreas ainda precisam ser desenvolvidas, este estudo francês enfatiza os riscos provenientes da utilização dos sistemas de iluminação com LEDs e apresenta várias recomendações.

## Os Diodos Emissores de Luz

Diodos emissores de luz são fontes de iluminação que atualmente estão em rápido desenvolvimento tecnológico e financeiro. Já aplicados por vários anos em equipamentos eletrônicos, como fracas fontes de luz monocromática e indicador luminoso, agora são comumente usados como fonte de luz regular em sistemas de iluminação.

O primeiro espectro visível a partir do LED foi criado em 1962 e emitia baixíssima intensidade de luz. Já o diodo azul foi inventado em 1990, seguido pelo desenvolvimento do diodo branco, trazendo a possibilidade para novas e importantes aplicações a serem adotadas, principalmente para sistemas de iluminação, televisores e telas de computadores. Os primeiros LEDs brancos apareceram gradualmente no mercado e se tornaram cada vez mais poderosos, fornecendo maior intensidade de luz e consumindo poucos Watts.

O procedimento mais amplamente empregado na produção da iluminação branca é a combinação de LED azul e um fósforo amarelo.

Atualmente, há três métodos para produção do diodo emissor de luz que emite luz branca:

- 1 pela combinação da emissão de comprimento de onda curto (azul) com o fósforo luminescente amarelo;
- 2 pela utilização de emissões de diodos próximas a ultravioleta, combinando um ou mais fósforos luminescentes;
- 3 pela utilização de pelo menos três diodos emissores de comprimentos de ondas que, combinadas, geram a luz branca.

No momento, o mais econômico e amplamente utilizado é o Método 1. As conclusões apresentadas no estudo da ANSES referem-se aos LEDs utilizando este primeiro método. Elas não podem, portanto, ser extrapoladas para abranger os LEDs que utilizam outros métodos para produção da luz branca.

## A emissão azul

Fortes componentes na parte azul do espectro de luz emitida pelos LEDs, assim como a associação da intensidade da radiação, aumentam a questão sobre novos riscos relacionados a essas fontes de iluminação.

Alguns estudos científicos (Dawson<sup>1</sup> et al., 2001, Ueda<sup>2</sup> et al., 2009), baseados em experimentos em laboratório com LEDs azuis conduzidos em macacos, dão razões para suspeitar do perigo para a retina relacionado à exposição aos diodos emissores de luz.

Um estudo de Altkorn<sup>3</sup> (Altkorn et al., 2005) investigou o impacto dos LEDs à saúde revisando o debate atual sobre o posicionamento dos LEDs com atenção às normas: deveria o LED ser avaliado, em termos de riscos fotobiológicos, de acordo com as mesmas normas que são adotadas para os lasers ou de acordo com as normas aplicadas às fontes de luz incoerentes? De fato, até 2008, os LEDs foram considerados da mesma forma que as fontes de laser.

## A perícia coletiva

A Agência Francesa, através de concurso público, definiu um Grupo de Trabalho, com a responsabilidade de realizar a avaliação por meio de especialistas multidisciplinares, formado por peritos em oftalmologia, dermatologia, iluminação e física das radiações ópticas. Também foram entrevistados especialistas e cientistas, franceses e internacionais, e representantes da Associação Francesa de Iluminação (Association Française de l'Eclairage – AFE) na intenção de obter toda informação relevante possível para analisar a investigação. Para conduzir sua avaliação, o Grupo de Trabalho realizou ampla revisão da literatura científica internacional, além das entrevistas com os principais cientistas.

O trabalho dos especialistas foi baseado em cinco temas principais:

- revisão da situação atual da iluminação;
- apresentação da tecnologia por trás dos LEDs;
- análise da maneira que a luz interfere com os sistemas biológicos (olhos e pele);

- síntese dos padrões atualmente aplicados aos LEDs;
- análise dos efeitos potenciais à saúde relacionados aos LEDs.

Como resultado das análises da literatura científica existente e da informação coletada durante as audiências adicionais, questões potenciais de risco à saúde relacionadas ao uso de LEDs foram identificadas. As maiores preocupações devido à gravidade dos perigos relacionados e à probabilidade de sua ocorrência como resultado do amplo e maciço uso dos LEDs relacionam os efeitos fotoquímicos da luz azul ao olho e o fenômeno de ofuscamento. Eles resultam do:

- desequilíbrio espectral nos LEDs (alta proporção de luz azul em LEDs brancos);
- altíssima luminância<sup>4</sup> nos LEDs (alta densidade do brilho por unidade de superfície emitida por essas fontes muito pequenas).

## Riscos relacionados à luz azul

O risco fotoquímico está associado com a luz azul e, dependendo da dose acumulada que cada pessoa foi exposta, é geralmente o resultado da exposição a baixas intensidades repetidamente por longos períodos. Há inúmeras provas destes riscos.

Evidências da observação humana e de estudos experimentais em culturas de células e em animais de várias espécies convergem para demonstrar a toxicidade específica de ondas curtas de luz (azul) na retina. Luz azul é, portanto, reconhecidamente, prejudicial e perigosa para a retina, como resultado de estresse oxidativo celular<sup>5</sup>.

Há fortes indícios que a luz azul agrava a degeneração macular relacionada à idade (ARMD)<sup>6</sup>, baseada nas observações convergentes em modelos experimentais. Estudos epidemiológicos conduzidos até o momento provaram serem inconclusivos como resultados da falta de precisão na avaliação da exposição e de dados individuais relativos à predisposição.

Três grupos populacionais foram identificados como sendo tão especialmente sensíveis aos riscos ou altamente expostos à luz azul.

- crianças (devido a transparência em seu cristalino), em indivíduos fáticos (sem cristalino) e pseudofáticos (com cristalino artificial) que, conseqüentemente, não filtram ou filtram de modo insuficiente as ondas de comprimentos curtos (particularmente a luz azul);
- grupos da população que já são sensíveis à luz: pacientes sofrendo de certas doenças de olho, por exemplo ARMD<sup>6</sup> ou de pele, pacientes utilizando substâncias

fotosensíveis, onde a luz azul pode agravar suas condições;

■ grupos da população amplamente expostos aos LEDs (certas categorias de trabalhadores: aqueles instalando sistemas de iluminação, teatro e profissionais da indústria do cinema etc.) que estão sujeitos a altas intensidades de luz e, portanto, estão amplamente expostos a grandes quantidades de luz azul.

### Riscos relacionados ao ofuscamento

Em iluminação interna, geralmente concorda-se que luminâncias maiores que  $10.000 \text{ cd/m}^2$  <sup>(7)</sup> causam desconforto visual independentemente do posicionamento do ponto de luz no campo de visão.

Como as superfícies de emissão dos LEDs são fontes pontuais altamente concentradas, a luminância de cada fonte individual pode ser mil vezes maior do que o nível de desconforto. O nível de radiação direta deste tipo de fonte pode, portanto, facilmente exceder o nível de desconforto visual, sendo muito maior quando comparado com a iluminação “tradicional” (halógenas e lâmpadas de baixo consumo de energia).

Os especialistas consideraram outros riscos potenciais como alteração do ritmo circadiano

(relógio biológico) e efeitos estroboscópicos (oscilação visualmente imperceptível da intensidade da luz).

Há riscos pequenos aos efeitos térmicos, associados com a queima da retina e geralmente resultante da exposição, em curto período, a uma luz muito intensa em usos normais dos LEDs.

A tecnologia LED pode gerar a emissão de campos magnéticos na medida em que tais sistemas estiverem combinados com uma potência e um equipamento de transformação de tensão elétrica. Devido aos baixos níveis de exposição gerados, o Grupo de Trabalho não realizou estudo específico sobre os potenciais riscos associados.

### Mercado nacional

A tradução deste estudo alerta para a necessidade de promover ampla discussão também no mercado brasileiro, com representantes de diferentes segmentos, incluindo os da área médica, para desenvolvimento de normas e parâmetros técnicos para utilização dos sistemas de iluminação com LEDs. Desta forma, seria possível evitar a entrada de produtos não qualificados no mercado, reduzindo a exposição aos riscos relacionados à saúde para os usuários e profissionais da área da iluminação. ◀

*Tradução oficial autorizada pela ANSES, em setembro 2011, do original “Health effects of lighting systems using light-emitting diodes (LEDs)”. Pedido solicitado a ANSES No 2008-SA-04. A tradução completa do estudo pode ser acessada em [www.lumearquitetura.com.br/ANSES](http://www.lumearquitetura.com.br/ANSES)*

*Tradutores autorizados:*



**Paulo Sérgio Scarazzato, Dr.**

arquiteto, professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP) e da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC-UNICAMP)  
e-mails: [pasezato@usp.br](mailto:pasezato@usp.br) e [paulosca@fec.unicamp.br](mailto:paulosca@fec.unicamp.br)



**Gustavo Duarte Neves**

Eng. Mecatrônico, Mestrando do Programa de Pós-Graduação Faculdade de Eng. Civil, Arquitetura Urbanismo UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, Brasil  
e-mail: [g107333@dac.unicamp.br](mailto:g107333@dac.unicamp.br)

### Referências bibliográficas:

- 1 William Woodson Dawson, Departamento de Oftalmologia, Universidade da Flórida, Estados Unidos da América. Dawson, et al, Local fundus response to blue (LED and laser) and infrared (LED and laser) sources, Exp. Eye Res., 73(1):137-47, 2001.
- 2 Toshihiko Ueda, Departamento de Oftalmologia, Universidade Showa, Japão.
- 3 Ueda et al, Eye damage control by reduced blue illumination, Exp. Eye Res, 89(6):863-8, 2009.
- 3 Robert Altkorn, Intertek – Grupo de atuação global para ensaios em laboratório para os mercados têxtil, calçados, brinquedos, indústrias petrolíferas e produtos químicos. Também atua em certificações ISO e serviços relacionados.
- 4 Luminância é a unidade usada para quantificar a luz emitida por uma fonte não pontual, por unidade de superfície, em outras palavras, a densidade de luz. É expressa em candelas por metro quadrado ( $\text{cd/m}^2$ ) e define o brilho da fonte de luz como percebido pelo olho humano. Pode, portanto, ser utilizado para medir o ofuscamento.
- 5 Uma célula é normalmente capaz de superar os efeitos nefastos do estresse oxidativo se as perturbações no equilíbrio forem pequenas, restabelecendo o equilíbrio normal intracelular, mas perturbações de maior escala podem levar à morte celular e até necrose.
- 6 Do Inglês ARMD – Age-Related Macular Degeneration, um tipo de doença do olho. É uma condição médica geral, dos adultos mais velhos, que resulta em uma perda de visão no centro do campo visual (a mácula), devido a danos na retina. Torna difícil ou impossível ler ou reconhecer rostos, embora permaneça visão periférica suficiente para permitir outras atividades da vida diária.
- 7 Este valor é geralmente indicado como sendo o limite máximo além do qual as experiências de desconforto estão sujeitas ao ofuscamento. em iluminação interna.