

Capítulo IV

Aplicações de sistemas de iluminação

Por Paulo Willig*

O foco de qualquer sistema de Iluminação deve ser prezar a melhor qualidade de iluminação possível, utilizando-se como base três pilares: bem-estar individual, arquitetura e aspecto financeiro. Confira, a seguir, uma ilustração deste conceito:

Em toda aplicação, cada um destes três pilares ganha maior ou menor peso. Por exemplo, em aplicações industriais, o pilar financeiro prevalece sobre o de arquitetura, mas, no escritório da mesma fábrica, o pilar da arquitetura tem um peso maior devido à imagem da empresa. No entanto, nenhum dos três deve ser totalmente negligenciado.

Na prática, podemos aplicar estes conceitos a um guia geral para iluminação de ambientes:

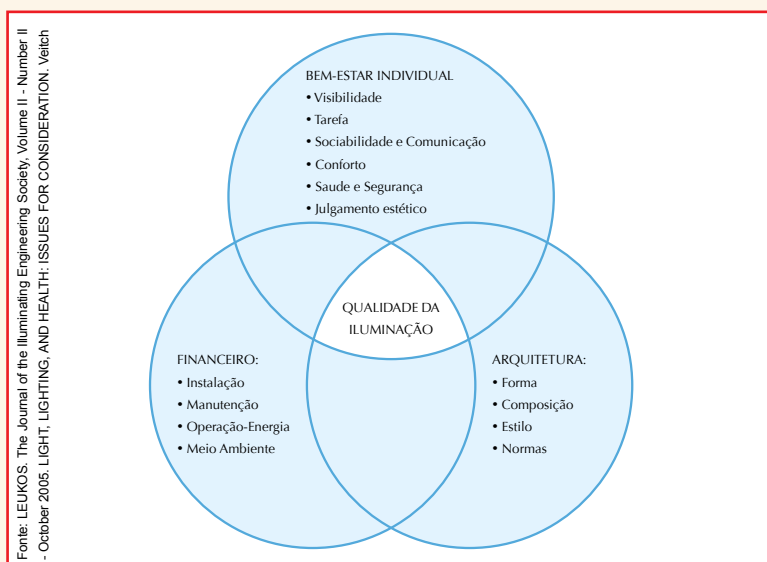


Figura I – Os pilares de um projeto de iluminação.

- Definição do tipo de tarefa – Este item inclui importância relativa, localização no plano de trabalho, duração, orientação (vertical, horizontal etc.), relação com outras tarefas, tamanho, contraste, detalhes e complexibilidade, velocidade, precisão, idade e capacidade visual dos executores, tempo de exposição, repetitividade, cores, contraste de fundo, acessibilidade à luz natural, entre outros;
- Definição das características do espaço – características de cor e arquitetura;
- Definição dos níveis de iluminação desejados – determinados por normas específicas. No caso do Brasil, vale a ABNT NBR 5413. Os níveis são ajustados de acordo com aspectos da tarefa ou do desenho de projeto;
- Definição dos fatores psicológicos pretendidos;
- Definição de parâmetros operacionais e custo total do sistema – densidade de consumo (W/m^2), custos iniciais, operacionais e descarte, definição do tipo de fonte de luz (tipo de tecnologia);
- Definição do tipo(s) de luminária(s);
- Definição de posição, montagem ou específicos;
- Simulações computadorizadas ou testes reais se necessário.

Os fatores psicológicos foram estudados pelo Dr. John Flynn, em 1970, no tocante aos aspectos psicológicos da iluminação direta ou periférica, uniforme ou não uniforme sobre o ocupante. Estudou ainda a ação da luz em níveis altos de iluminação, em ambientes visualmente quentes ou

frios e suas influências psicológicas.

Fatores psicológicos para o aspecto da iluminação entram em questão, como clareza visual, amplitude espacial, tom de cores, ambientes públicos ou privados, relaxamento ou tensão, agradabilidade ou utilidade.

Em termos gerais, ambientes com maior clareza visual possuem altos índices de luminância no plano horizontal, alta luminância no centro do espaço, iluminação nas paredes e superfícies frias. Para um ambiente mais espaçoso, devemos prover iluminação uniforme e iluminação nas paredes.

Ambientes para relaxar serão melhores com iluminação não uniforme, iluminação nas paredes e temperatura de cores quentes. Para uma sensação de privacidade, devemos ter uma iluminação não uniforme, níveis baixos perto do ocupante do espaço e níveis maiores perto e ao redor dele.

A evolução dos sistemas de Iluminação

Todo o desenvolvimento dos componentes de iluminação está baseado na evolução das tecnologias disponíveis no momento, desde a lâmpada incandescente até a fluorescente, passando pela lâmpada de descarga até os Leds atuais.

A luminária pode ter uma definição mais abrangente e atual como uma unidade completa contendo uma ou mais fonte de Luz, equipamento auxiliar (reator ou driver, etc.), componentes ópticos (refletores, refratores, lentes, louvers, etc.), conjunto

mecânico de suporte, caixa e conexões. Sua função principal é o posicionamento correto da fonte luminosa para permitir o controle e a distribuição da luz para prover iluminação onde é necessário e não prover iluminação onde não é necessário; conseguindo isso de uma maneira eficiente.

No início não existia uma forma muito eficiente de prover iluminação utilizando-se lâmpadas incandescentes. Para algum controle da luz, começou-se então a utilizar globos opacos ou prismáticos nos Estados Unidos por volta de 1920. Nas luminárias atuais, o desenho e a eficiência dos componentes elétricos e ópticos assumem importância fundamental. A utilização de lâmpadas de alta eficiência, de reatores eletrônicos e de controles eletrônicos é requisitada para diminuir o consumo de energia. Materiais refletores de qualidade, refratores com bom desenho e mecanismos contra ofuscamentos são necessários para garantir que a luz seja corretamente distribuída e não produzir ofuscamento.

A evolução da tecnologia de lâmpadas fluorescentes nos fins de 1930 iniciou um renascimento da iluminação de interior, pois essas lâmpadas tinham luminâncias muito menores que as lâmpadas incandescentes e poderiam ser direcionadas com refletores, louvers ou lentes e a maioria dos lumens poderia ser diretamente direcionada para a tarefa.

Um fator importante para o aumento da utilização das lâmpadas fluorescentes é que elas possuem até quatro vezes mais eficiência que as lâmpadas incandescentes. Assim, por volta de

1960, praticamente todos os escritórios escolas e iluminação em geral nos Estados Unidos tinham lâmpadas fluorescentes instaladas. Os níveis de iluminação eram altos, pois a energia era barata e o consumo normalmente era da ordem de 32 w/m² a 43 w/m², considerados muito altos.

As lâmpadas de descarga expandiram seu uso com ajuda da crise do petróleo e de energia, ocorrida em 1970. Mesmo tendo níveis de ofuscamento grandes comparadas às incandescentes, elas apresentavam eficiências da ordem de 7 ou mais que as incandescentes e por isso foram utilizadas em larga escala.

Assim, tornou-se novamente atrativo o uso de luz indireta na iluminação de interiores, também iniciando o uso de lâmpadas fluorescentes neste tipo de aplicação em uma tentativa de, ao mesmo tempo, reduzir o uso de energia e os níveis de iluminação, surgindo o conceito de níveis de iluminação por tarefa. Este modelo fornece uma iluminação geral menor e uma iluminação específica no local da tarefa.

A seguir, algumas das linhas de mudança importantes na Iluminação de interiores desde 1980 até o presente (linha temporal baseada nos Estados Unidos):

- Redução nos níveis de iluminação de 32-43 W/m² para 10-21 W/m²;
- Com a utilização dos computadores, considerando que a tela é autoiluminada, tornou muito importante o uso de iluminação indireta ou de louvers;
- Utilização da luz natural com o uso de sensores para reduzir o consumo da energia;
- Melhorias consideráveis nos desenhos ópticos das luminárias incluindo refletores de alta refletividade, louvers, anteparos lentes, vidros especiais frited glass, vidro com adesivos ou tratamento específico e materiais perfurados;
- Integração das luminárias na arquitetura, por meio de sancas, móveis dos escritórios, ornamentos nas paredes, etc.
- Utilização de lâmpadas de alto IRC e temperaturas de cores 2.700 K, 4.000 K e 5.000 K como exemplos;
- Moderado uso de lâmpadas incandescentes (incluindo as halógenas) em escritórios, escolas e indústria, ainda utilizados mais comumente em áreas comerciais e residenciais;
- Wall Lighting – iluminação de paredes promove uma sensação de ambiente mais espaçoso e diminui a sensação de confinamento mesmo em espaços pequenos, por meio da utilização de luminárias assimétricas, de iluminação indireta e de elementos de arquitetura;
- Uso de grandes planos abertos em áreas de escritórios, tendo as luminárias fluorescentes com louvers igualmente espaçadas. E difícil o design específico de iluminação deste espaço em particular, pois as mesas de trabalho frequentemente estão em todas as direções e, normalmente, posicionadas em um layout fixo;
- Uso de lâmpadas fluorescentes T5, que possuem alto índice de luminância e não são normalmente vistas diretamente;
- Limitação do uso de vapores de sódio de alta pressão devido ao

IRC extremamente baixo.

E recentemente:

- Uso da tecnologia de lâmpadas utilizando Led para retrofit de luminárias incandescentes ou halógenas;
- Uso de luminárias utilizando-se módulos com a tecnologia de Leds;
- Uso de luminárias desenhadas para a tecnologia a Led sem a utilização de soquete padronizado.

Nota: se ainda existirem dúvidas quanto à viabilidade da tecnologia Led, observe as perguntas abaixo e, se responder sim a uma ou mais perguntas, o sistema de iluminação a Led é uma escolha viável:

- Usando o Led terei uma melhoria em algum problema operacional? Como é a manutenção de uma luminária em uma área de difícil acesso?
- O uso do Led irá melhorar os custos operacionais, como redução no consumo de energia, na troca de lâmpadas e no número de equipes de manutenção dedicadas?
- O uso do Led irá melhorar a qualidade de iluminação? Talvez o nível de uniformidade ou a utilização de luz branca versus vapor de sódio em aplicações públicas?
- Usando Led teremos um novo efeito de iluminação desejado? É possível o uso de cores, sincronização com controle digital, etc.?

Aplicação residencial

O objetivo da iluminação residencial é melhorar o ambiente doméstico, criando espaços que tenham uma riqueza e variedade de luz para a iluminação da tarefa e iluminação geral adequada.

A contribuição do brilho, da sombra e da cor deve ser também considerada na criação de um ambiente agradável e o mais relaxante possível.

A iluminação geral residencial pode ser alcançada por meio de uma combinação de efeitos. Luminárias pendentes, abajures ou iluminação com arandelas na parede, por exemplo, podem fornecer iluminação suficiente para atividades casuais, como assistir televisão ou somente o estar no ambiente. Iluminação adicional pode ser necessária para tarefas como leitura, por exemplo.

Iluminação de destaque e iluminação decorativa são usadas frequentemente em zonas de habitação para aumentar o interesse e conferir dimensão ao espaço ou prover alguma dramaticidade ao ambiente.

Áreas de cozinha e de jantar

Cozinhas e salas de jantar são talvez os ambientes de maior função multiuso em uma casa. A iluminação deve ser controlada de acordo com as diversas tarefas, com iluminação focada na preparação de alimentos e outras áreas de tarefas e um alto nível

de iluminação uniforme para limpeza, mas também deve ter uma opção mais suave de iluminação para lanches à noite, por exemplo.

• Áreas de jantar

Iluminação para salas de jantar também deve fornecer flexibilidade suficiente para atender aos diversos usos do espaço: casuais, jantares formais ou encontros com amigos. Mesas de jantar não são mais utilizadas somente para jantar, seu sistema de iluminação também deve acomodar tarefas, como fazer lição de casa ou outras tarefas típicas de escritórios, que requerem mais luz do que um jantar romântico a dois.

• Iluminação do banheiro

O banheiro também é um espaço multifuncional. Altos níveis de iluminação geral uniforme são necessários para o uso regular e limpeza. A iluminação da tarefa de preparação – a partir de uma luminária sobre ou, melhor ainda, em ambos os lados do espelho – deve ser colocada para minimizar sombras e fornecer iluminação adequada para a aplicação de maquiagem ou fazer a barba, por exemplo.

Chuveiros são muitas vezes iluminados separadamente. Estas luminárias devem ser, obviamente, adequadas para uso em locais úmidos.

• Áreas de serviço.

Um elevado nível de iluminação uniforme, tal como fornecido por luminárias fluorescentes, é apropriada para a maioria das áreas de utilidade no lar, tais como uma lavanderia ou serviço geral.

Para a manutenção é preferível a utilização de um menor tipo possível de lâmpadas em uma mesma residência e que tenham maior facilidade de aquisição.

Aplicação comercial

Os principais objetivos da iluminação comercial em lojas são: atrair clientes, fornecer iluminação suficiente para a avaliação da mercadoria e facilitar a conclusão da venda. Além disso, a iluminação é parte da atmosfera de uma loja e ajuda a comunicar a imagem da empresa e da marca para o consumidor.

Como mencionado, o primeiro papel da iluminação é o de atrair clientes para a loja. Uma vez na loja, a iluminação pode ser usada para influenciar os seus movimentos. Os seres humanos são atraídos pela luz e o seu movimento pode ser dirigido pela colocação intencional da luz.

A iluminação é utilizada em lojas de venda a varejo, não só para atrair clientes para um visor particular, mas também para dirigir o fluxo de tráfego de clientes num padrão em particular.

Iluminação é usada por varejistas experientes como uma ferramenta de comunicação eficaz para promover sua marca. Para os consumidores, a experiência de varejo é parte do que cria a imagem da marca dessa empresa. Fontes de luz de temperatura de cor quente, baixos níveis de iluminação geral e iluminação de alta

intensidade para realce são frequentemente utilizados para criar um ambiente confortável, que incentivem os clientes a passar um longo período de tempo na loja, o que geralmente equivale a gastar mais dinheiro.

Entretanto, é importante para os varejistas que promovem produtos com preços baixos ou de variedade de mercadorias utilizarem sistemas de iluminação básicos. Altos níveis de iluminação uniforme utilizando lâmpadas de temperatura de cor fria são efetivos na construção da percepção dos clientes de que não estão pagando pela sobrecarga nos custos no preço da mercadoria que compram.

No entanto, as tendências de iluminação não são as mesmas em todo o mundo. Lojas europeias, por exemplo, costumam usar lâmpadas com temperatura de cor mais fria, o que não ocorre em estabelecimentos em geral nos Estados Unidos.

Decisões de compra dependem do cliente visualmente avaliar a qualidade, a textura e a cor da mercadoria, bem como ler os rótulos e outras informações. Provedores são um dos espaços mais críticos nas áreas de avaliação. Reprodução de cor é especialmente importante, pois é o que permite a avaliação final da mercadoria e pode ser decisiva na hora da compra.

A iluminação da tarefa na área dos caixas também é importante. É necessário permitir que os funcionários trabalhem com rapidez e precisão, embrulhem pacotes, executem transações de cartões de crédito e registrem as vendas, por exemplo. Uma boa iluminação também pode ajudar a minimizar retornos de mercadoria e custos adicionais, considerando que os compradores têm a iluminação que precisam para tomar uma decisão final.

Destacando a mercadoria

A iluminação de destaque é usada para chamar a atenção para a mercadoria ou para revelar ou melhorar atributos específicos. Tipicamente, uma proporção de 5:1 é o mínimo para criar um efeito significativo visual. Em outras palavras, seriam necessárias cinco vezes a quantidade de luz sobre o item, em comparação com a área circundante. Mercadorias escuras podem exigir ainda mais luz para trazer os detalhes.

Proporções mais elevadas de 15:1 ou até mesmo de 30:1 em uniformidade são usadas para áreas de exposições para criar brilho em joias ou cristais, por exemplo.

A iluminação do perímetro é geralmente utilizada para contribuir com a percepção de tamanho e de luminosidade em uma loja, enquanto melhora a visibilidade e causa maior impacto visual para as paredes. A iluminação do perímetro também chama o cliente em potencial para fora do corredor principal e para outros espaços de venda e para um olhar mais atento. Iluminação voltada para a parede utilizando trilhos é frequentemente usada em aplicações de varejo para banhar com luz superfícies verticais e grandes grupos de mercadorias, normalmente, compondo o padrão geral da loja e permitindo também uma flexibilidade.

Iluminação em escritórios

A iluminação de espaços de escritório exige a consideração especial para computadores e outros equipamentos. Computadores estão em toda parte, assim, reflexos indesejáveis em telas (sigla em Inglês: VDT) podem variar de irritantes para perturbadores.

O uso de luminárias com louvers parabólicos nas luminárias fluorescentes tornou-se uma solução comum e parcialmente bem-sucedida. Iluminação ambiente indireta, utilizando o teto para rebater a luz, é uma técnica mais eficaz para evitar reflexos indesejados, mas normalmente uma solução com o custo por watt maior. Hoje também as luminárias oferecem características mistas destes dois sistemas, direta-indireta, que podem ser utilizadas efetivamente.

No espaço de trabalho, é importante remover superfícies brilhantes sempre que possível. A mesa coberta de vidro ou altamente polida pode ter a imagem das fontes de luz refletidas diretamente, o que pode distrair o usuário do seu trabalho ou causar fadiga. Acabamentos foscos devem sempre ser usados em superfícies de trabalho. É útil pensar na superfície de trabalho como um espelho quando orientando luminárias de tarefa para minimizar ofuscamento indireto.

A localização adequada da luminária reduz o ofuscamento refletido da tarefa, embora a introdução de um computador possa criar possibilidades de ofuscamento adicionais. A melhor alternativa é posicionar as luminárias em cada lado da mesa, assim,

as sombras das luminárias são preenchidas e a luz é refletida longe dos olhos do trabalhador. Luminância excessiva é fisiologicamente desconcertante e reduz a capacidade de ver detalhes com precisão.

Salas de reunião

A principal tarefa visual em uma sala de reunião está na superfície da mesa, mas outras atividades também ocorrem nesta sala, o que pode exigir soluções de iluminação adicionais. Esta lista de funções de serviço e configurações de iluminação pode ser útil em apresentações, videoconferências, áreas de exposições, salas de treinamento e outros usos. A flexibilidade e o controle da iluminação são particularmente importantes neste ambiente para satisfazer a demanda por diferentes tarefas.

Uso da energia é uma consideração importante no projeto de iluminação para aplicações de escritório, os níveis de luz ambiente podem ser completados por uma iluminação para tarefas e desligados quando não estiver em uso, melhorando, assim, a eficiência, bem como o conforto visual. Sistemas de controle são efetivamente utilizados para este recurso.

Iluminação de trabalho

Diferentes roteiros de projetos de iluminação fornecem muitas soluções viáveis, mas há uma abordagem para resolver a maioria dos problemas de iluminação de escritórios, que, normalmente, é superior a de todos os outros. O conceito de iluminação por tarefa

usa geralmente um baixo nível de iluminação ambiente para a maior parte do espaço e luminárias estrategicamente concentradas no espaço de realização das tarefas, fornecendo um nível mais alto em que os trabalhos críticos são desenvolvidos.

Este conceito é normalmente o melhor porque oferece as melhores condições visuais para ambiente de trabalho e economiza melhor a energia, proporcionando um alto nível de iluminação somente onde for necessário. Outra vantagem deste sistema é a possibilidade de controle individual.

Iluminação industrial

A iluminação nas áreas fabris é normalmente focada em retorno de investimento e maior eficiência da iluminação possível pelo nível requerido, pois custos operacionais e de vida total do sistema têm impacto nos custos diretos de produção. Após definidos os níveis de iluminamento adequados, as tarefas realizadas, os fatores de manutenção e de operação do sistema de iluminamento definirão a escolha do sistema de iluminação.

O fator segurança também é o mais investigado, pois outros fatores que não estão presentes em iluminação comercial ou residencial são comumente encontrados no ambiente industrial, como: utilização de luminárias específicas para áreas classificadas; características de corrosão de materiais; comportamento de luminárias a vibração; possíveis comprometimentos na qualidade e na segurança durante a vida útil do equipamento; aumento da fadiga ou da segurança dos usuários devido a ofuscamento ou baixa uniformidade etc.

A degradação dos níveis iniciais de iluminamento devido a fatores, como sujeira, deverá ser incluído nas análises e nos quantitativos junto com as normalmente já utilizadas depreciações da fonte de luz. O conceito de iluminação vertical deve ser utilizado, considerando que muitas vezes as tarefas são verticais e não somente horizontais.

Muitas empresas estão levando conceitos de iluminação, focando um pouco mais o bem-estar individual e incorporando elementos de conforto e de saúde para o ambiente fabril.

Iluminação da tarefa

No ambiente industrial, o entendimento do processo específico fabril da parte do projetista é importante para determinação da especificidade da tarefa e determinação dos níveis de iluminação aceitáveis. Muitas vezes, a tarefa é focada em uma pequena área específica em que uma iluminação adicional deve ser providenciada. Da mesma maneira, áreas de medição de qualidade dentro de células de produção necessitam de níveis e até mesmo características de cores diferenciadas da iluminação geral.

Algumas técnicas específicas podem ser utilizadas para inspeção, como o uso de cor para aumentar o contraste entre diferentes materiais e o uso de fontes direcionais de luz para enfatizar defeitos em 3D ao invés de usar fonte de luz difusa, pois as sombras aumentam a percepção de imperfeições.

Uma referência de eficiência energética aplicada na iluminação é o California title 24, que é a norma mais rígida do Estado da Califórnia, nos Estados Unidos, referente ao consumo de energia em edifícios comerciais e industriais. Em geral, para edifícios que se utilizam do método de edifício completo (em que o tipo de edifício ocupa 90% do edifício completo) só é permitido o uso de até 16 W/m² em aplicações comerciais e, no máximo, 11 W/m² para escritórios e indústrias.

Estes valores podem ser utilizados no Brasil como referência de limites rígidos de um bom uso de energia aplicado à iluminação, sempre respeitando os valores da norma brasileira para os níveis de iluminação.

E, para concluir, não se poderia falar de iluminação de qualidade sem ao menos mencionar a importância da iluminação natural.

Iluminação natural

A iluminação natural é um elemento primordial do design sustentável. A incorporação de luz do dia no desenho de um edifício é justificada por uma série de razões:

Estética

Além de economia de energia, iluminação natural proporciona uma série de benefícios não energéticos. O uso da luz natural durante a última década tem mostrado fortes correlações estatísticas com aumento nas vendas, aprendizagem e produtividade. No campo da saúde, a descoberta de que certas características de transmissão de luz pelo olho humano que regulam a produção de melatonina só foi feita há uma década. Pesquisas sobre a aplicação e os efeitos de longo prazo desta resposta circadiana ainda estão sendo realizadas, assim como os efeitos sobre o nosso ciclo sono/vigília e a capacidade do organismo para combater o câncer.

Qualidade da cor

Luz do dia, devido à sua composição espectral, fornece excelente reprodução de cor.

Questões energéticas

O consumo de energia do edifício pode ser reduzido se a luz do dia for usada em quantidades apropriadas para iluminar espaços interiores e reduzir a dependência de iluminação elétrica.

Benefícios para os ocupantes

Luz do dia pode trazer benefícios potenciais para os ocupantes em termos de desempenho, saúde ou bem-estar geral.

A concepção de um sistema de luz natural, que consiste em elementos de construção que são concebidos para proporcionar a luz do dia em um espaço, é uma tarefa complexa. Para alcançar uma concepção bem-sucedida e integrada, a luz do dia deve ser geralmente incorporada na concepção inicial do projeto e a luminária passa a ser a própria arquitetura do edifício.



Brooklerovak

Figura 2 – Ilustração do uso da luz natural. High Museum of Art, nos Estados Unidos.

Referências

- Architectural SSL magazine number 21 March 2012
- Illuminating Engineering. From Edison's Lamp to the LED Joseph B. Murdoch
- IES handbook 9th Edition
- LEUKOS Journal, LIGHT, LIGHTING, AND HEALTH: ISSUES FOR CONSIDERATION J. A. VEITCH
- IES discover lighting web site.
- Recommended practice for Lighting industrial facilities, ANSI/IESNA RP-7-01

***PAULO WILLIG é engenheiro eletricista pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei), pós-graduado em marketing e membro do IESNA USA desde 1996. É gerente de vendas para a América Latina da Nichia America Corporation.**

Continua na próxima edição
Confira todos os artigos deste fascículo em
www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados
para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br