



CONFORTO VISUAL ATRAVÉS DA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Visual confort with artificial lighting

FEIDEN, Alessandra Cristina¹. KONRAD, Letícia Thaianek². REHBEIN, Carla Sabrina³.
EDLER, Marco Antonio Ribeiro⁴. MASUTTI, Mariela Camargo⁵.

Resumo: O artigo apresenta inicialmente uma breve história sobre a evolução da iluminação da pré-história até os dias atuais. As lâmpadas estão cada vez mais atuais e econômicas, sendo elas das mais variadas formas e materiais. Para se ter um bom projeto lumínico, deve-se escolher lâmpadas adequadas para cada ambiente, portanto há diretrizes recomendadas para que se obtenha a melhor iluminação, criando maior conforto, eficiência e evitando que se prejudique a visão. Assim, as lâmpadas não somente emitem luz, mas também o fazem em diversas tonalidades, e com elas vêm as sensações, onde uma transmite mais familiaridade e a outra irradia eficiência. Portanto, o objetivo deste artigo é elucidar todas as informações acerca da iluminação artificial de forma a haver maior conhecimento acerca deste assunto, para que se possa ter uma iluminação adequada, de forma a valorizar os ambientes com maior conforto.

Palavras-chave: Conforto. Iluminação artificial. Lumínico. Iluminância.

Abstract: The article initially presents a brief history about the evolution of prehistoric illumination to the present day. The lamps are more and more modern and economical, being of the most varied forms and materials. In order to have a good light design, you should choose lamps suitable for each environment, so there are recommended guidelines for better lighting, creating greater comfort, efficiency and avoiding to impair vision. Thus, lamps not only emit light, but they also do so in different shades, and with them come the sensations, where one transmits more familiarity and the other radiates efficiency. Therefore, the objective of this article is to elucidate all the information about artificial lighting in order to have greater knowledge about this subject, so that one can have adequate lighting, in order to value the environments with greater comfort.

Keywords: Comfort. Artificial lighting. Luminous. Illuminance.

¹ Acadêmica do 6º semestre do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNICRUZ – Universidade de Cruz Alta. E-mail: alessandrac.feiden@gmail.com

² Acadêmica do 8º semestre do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNICRUZ – Universidade de Cruz Alta. E-mail: leticiathaianek@hotmail.com

³ Acadêmica do 6º semestre do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNICRUZ – Universidade de Cruz Alta. E-mail: carla.sabrina.r@hotmail.com

⁴ Professor Arq. Me. do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNICRUZ – Universidade de Cruz Alta. E-mail: medler@unicruz.edu.br

⁵ Professora Arq. Me. do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNICRUZ – Universidade de Cruz Alta. E-mail: marcamargo@unicruz.edu.br



INTRODUÇÃO

A iluminação nada mais é que energia, ela irradia em todas as direções, e assim, vai se dispersando e perdendo intensidade. É justamente a luz refletida nas superfícies que permite a visualização de objetos, cores e texturas, pois são os estímulos luminosos transformados em sinais elétricos, conduzidos ao cérebro humano, que produzem a sensação visual. Além disso, o material de um objeto pode refletir, absorver ou permitir que a luz o atravesse, criando assim, diversos efeitos com os diferentes tipos de iluminação. Sendo esse um dos pontos considerados na realização de um projeto lumínico.

A luz natural sempre foi a principal forma de iluminação usada pelo homem desde os tempos antigos. Atualmente, a luz artificial se tornou indispensável na arquitetura, pois ela é utilizada em locais isolados, como os corredores internos de uma grande edificação, onde a luz natural não teria acesso ou seria insuficiente. Além disso, ela permite que haja luz à noite nas ruas e edificações, contribuindo para que nenhuma atividade seja interrompida devido ao anoitecer.

Apesar da iluminação artificial ser muito importante, a luz natural ainda é a mais desejada, portanto, um bom projeto arquitetônico e lumínico envolve a associação desses dois elementos. Uma residência bem posicionada sobre um terreno e com grandes aberturas pode ter uma boa iluminação natural durante todo o dia, criando assim, economia de energia. Porém ainda há necessidade da utilização da luz artificial, principalmente à noite. Para que haja máximo conforto em seu uso, precisa-se escolher a tonalidade da lâmpada e o modelo que mais se encaixa nas necessidades, considerando que algumas são mais eficientes e econômicas que outras. Portanto, para que isso ocorra, é recomendada a realização de um estudo luminotécnico.

MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento seguido para a realização deste trabalho se deu através de uma pesquisa bibliográfica em livros, materiais didáticos, artigos e revistas eletrônicas. Todos os materiais foram escolhidos por conterem assuntos referentes ao tema abordado, sendo ele, de forma geral, a iluminação artificial. Assim, por meio da análise do conteúdo adquirido, foi possível aprofundar o conhecimento, obtendo então, o embasamento necessário para sustentar os dados situados neste artigo.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

História da iluminação

O homem primitivo, através de descobertas intuitivas, desenvolveu o conhecimento de um princípio físico básico: de que a temperatura é intimamente associada à luz. Com isso, o fogo que servia de ferramenta para o preparo de refeições e como fogueiras e archotes, tornou-se também elemento para iluminação das moradias primitivas. Evoluindo mais tarde com a criação da lamparina a óleo, um combustível de origem animal e vegetal, o homem aperfeiçoou as formas de iluminação. Essas descobertas se tornariam a forma mais comum de iluminação durante a antiguidade.

Mais tarde na história, desenvolveu-se a vela, a partir de um experimento com alguns fios retorcidos acrescentados a um derramamento de sebo derretido em um canudo, que foi posteriormente substituído pela cera ou estearina. Essa foi a fonte de luz mais utilizada até o século XII, quando surgiu o lampião a querosene. “Em 1820, vencidas as dificuldades de distribuição e o receio da população com os estrondos dos lampiões, várias cidades dos Estados Unidos e na Europa tiveram suas ruas iluminadas com a chama do gás.” (MANCUSO, 1999, pg. 253).

Antes disso, em 1802, iniciavam-se os testes para a criação de luz artificial por meio da eletricidade. Sir Humphry Davy utilizou a corrente produzida por uma bateria - já criada por volta do século XII - para aquecer um fio de platina até a incandescência. Da primitiva forma de uma resistência incandescente, a lâmpada evoluiu para uma grande ampola de vidro com um filamento em seu interior, geralmente de carvão.

Apesar de as lâmpadas já haverem sido inventadas anteriormente, foi em dezembro de 1879 que aconteceu sua consolidação. As lâmpadas com filamento de carvão de Thomas Alva Edison (1847-1931) foram apresentadas à população e ficaram acesas durante 45 horas em Nova Iorque. Seu principal feito foi criar uma lâmpada que se apresentasse eficiente e, ao mesmo tempo, econômica, com potencial de industrialização. No mesmo momento, o laboratório Edison - *Swan Company* já se preparava para começar a fabricação das primeiras lâmpadas elétricas.

A partir de novos estudos e evolução dos conceitos de conforto e segurança, o tungstênio passou a ser adotado para o filamento das “lâmpadas de ½ watt” e de todas as incandescentes que se seguiram. Além disso, injetaram-se gases na ampola para evitar a vaporização com a temperatura.



Na década de 30, surge a lâmpada de descarga, que transmite corrente elétrica por um meio gasoso. Dessa lâmpada descendem as fluorescentes comuns, a lâmpada de vapor de mercúrio e a de vapor de sódio, usadas na iluminação comercial, industrial e pública. E assim, se deu a implantação da iluminação artificial pelo homem para as atividades diárias, associada ao bem-estar e a valorização dos ambientes através da sensação de conforto e segurança daqueles que ocupam o espaço.

Tipos de lâmpadas

No mercado atual existem diversas lâmpadas para diferentes usos. Com a evolução tecnológica, as lâmpadas progrediram e adquiriram diversos formatos, além de haver opções mais econômicas. E apesar de serem diferentes, possuem a inspiração na natureza como fator comum.

Existem três tipos de lâmpadas e o funcionamento de todas é inspirado na natureza: as lâmpadas da família das incandescentes imitam a luz solar; as de descarga – como as fluorescentes, as de mercúrio, as de sódio e as de multivapores metálicos – imitam a descarga elétrica produzida por um relâmpago; o terceiro tipo abrange os leds, diodos emissores de luz que funcionam por luminescência, imitando os vagalumes. (EDLER, 2016, p. 80).

O exemplo mais comum e usado popularmente nas residências por muitos anos foi a incandescente, a qual produz luz pela elevação de calor de um filamento de tungstênio submetido a uma corrente elétrica. Além de ter uma curta vida útil, ela transforma apenas 6% da energia consumida em luz, sendo o restante apenas calor, o que resulta no desperdício de energia. Outro modelo dela é a incandescente espelhada que serve para direcionar a luz, funcionando como uma luminária.

As lâmpadas halógenas possuem o gás halogênio no interior do bulbo, onde ocorrem reações químicas que aumentam a eficiência luminosa. Possuem luz brilhante que viabiliza ressaltar as cores e objetos com uma eficiência maior que a incandescente comum. A lâmpada dicróica é uma lâmpada halógena que possui uma película dicróica, permitindo transmitir as radiações (raios infravermelhos e ultravioletas) para trás da lâmpada, não atingindo assim o objeto iluminado. Por isso, são utilizadas para iluminar elementos sensíveis ao calor, e com seu foco direcionado, pode ser usada para destacar objetos de arte, textura ou até ser usada como um elemento decorativo. As potências deste tipo de lâmpada variam entre 20W e 50W.

As lâmpadas fluorescentes são geralmente de forma tubular, possuem um eletrodo em cada ponta, com vapor de mercúrio. A corrente elétrica passa através desse gás e emite



raios ultravioleta no comprimento da onda de emissão do vapor de mercúrio, a qual é convertida em luz. Possuindo eficiência energética e reduzindo o ofuscamento, elas foram compactadas para atenderem as necessidades do mercado e hoje são usadas comumente nas residências como forma de reduzir o consumo.

Podemos destacar as lâmpadas de L.E.D. (*Light emitter diode*) como as mais eficientes e utilizadas hoje em dia. Elas funcionam através de um componente eletrônico semicondutor, um diodo que emite luz. Diferente das outras lâmpadas que usam condutores metálicos, radiações e descarga de gases, a lâmpada de L.E.D. produz luz através da matéria. Ela possui diversos benefícios como, maior vida útil, baixa voltagem, maior controle de cor, intensidade variável, além de ser ecologicamente correta. E sua potência varia de 10W a 24W.

A figura a seguir (Figura 1) mostra de forma simplificada a diferença do consumo e economia dos tipos de lâmpadas citadas anteriormente.

Figura 1 - Tipos de lâmpadas.

			
LÂMPADA INCANDESCENTE	LÂMPADA HALÓGENA	LÂMPADA FLUORESCENTE	LÂMPADA DE LED
CONSUMO 60 W	CONSUMO 42 W	CONSUMO 12 W	CONSUMO 6 W
ECONOMIA ZERO	ECONOMIA 30%	ECONOMIA 80%	ECONOMIA 95%

Fonte: ARQPLANE, 2015.

Estudo da iluminação

Hoje em dia, para obter um bom resultado na iluminação de ambientes é necessário exercer o estudo luminotécnico. Esse projeto envolve vários fatores diferentes que precisam estar em harmonia, proporcionando maior conforto visual, economia e beleza. Sendo assim, através dele será possível determinar as lâmpadas e luminárias adequadas para os diversos tipos de cômodos, bem como para os ambientes internos e externos.

O projeto lumínico adequado fará com que haja uma boa distribuição da iluminação nos planos, evitando o ofuscamento ou falta de luz em um determinado local, o que perturbaria a visão. Neste estudo também serão levados em consideração fatores importantes sobre a iluminação, que afetam diretamente a visão dos seres humanos, como o brilho, contraste, ofuscamento, difusão e cor.



Para execução do projeto de iluminação, primeiramente deve-se consultar as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), essencialmente a NBR-5413 (Tabela 1), que dispõe das diretrizes para a iluminação artificial, bem como valores médios mínimos de iluminância (nível de luz que se propaga em uma superfície) adequadas para diversas situações e ambientes. Tais valores, medidos por lux ou lúmen/m², serão usados para calcular a quantidade de lâmpadas que devem ser utilizadas, bem como seu fluxo luminoso.

Outro fator a ser considerado na hora de escolher a iluminação correta é saber quais as atividades a que se destina determinado ambiente, pois a quantidade de luz necessária varia de acordo com sua utilização. Quanto maior a jornada de trabalho exercida no local, maior a iluminação necessária, como observado na tabela abaixo.

Tabela 1- Iluminâncias por classe de tarefas visuais.

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 - 100	Orientação simples para permanência curta
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B Iluminação geral para área de trabalho	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000 - 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 - 3000 - 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Nota: As classes, bem como os tipos de atividade não são rígidos quanto às iluminâncias limites recomendadas, ficando a critério do projetista avançar ou não nos valores das classes/tipos de atividade adjacentes, dependendo das características do local/tarefa.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992.

Segundo a norma citada, é recomendado que a iluminância (lux) geral dos cômodos de uma residência, como a sala de estar, cozinha, banheiros e dormitórios varie de 100 a 200 luxes, enquanto a de um hall de entrada, escadas e garagem, de 75 á 150. As atividades mais específicas necessitam uma luminosidade maior, como por exemplo, a iluminação local de um fogão, pia, cama e espelhos, tanto de dormitórios quanto de banheiros, vai de 200 á 500 luxes.

Uma forma de saber como escolher a iluminação adequada é consultando os valores de lux dados pela NBR-5413 e transformá-los em lúmens (fluxo luminoso). Isso é concebível pela divisão entre o valor do fluxo luminoso total pela área de ambiente. A quantidade de



lúmens que uma lâmpada possui está situada em sua embalagem. E assim, pode-se optar pela escolha mais adequada para determinado cômodo e função.

A norma traz outros fatores determinantes, como por exemplo, a idade média dos ocupantes, que interfere diretamente na escolha da iluminação, já que a absorção visual da luz varia, pois quanto mais velho ficamos, menor a capacidade visual. Portanto, a otimização da luz artificial é muito importante, para que as tarefas sejam desempenhadas sem comprometer a acuidade visual, procurando então evitar ofuscamentos e ter contrastes adequados.

As cores

A escolha das cores dos pisos, paredes e móveis situados em um ambiente, torna-se fator de suma importância, e devem ser trabalhados junto com o sistema de iluminação, pois são essas preferências que definirão o brilho (quantidade de luz refletida). Segundo Moreira (1982, p.44), a luminosidade, em um ponto qualquer, se dará por dois fatores: a própria fonte de luz e o reflexo da mesma nas paredes brancas.

As cores escuras tendem a absorver todos os comprimentos de onda do espectro luminoso, portanto, um quarto revestido com cores muito escuras, como o preto, terá uma refletância de 0% a 15%. Isto significa que ele necessitará mais luminosidade do que um quarto revestido com cor branca, que normalmente refletirá cerca de 85% a 100% da luz. Cada material, textura e cor possui seu próprio índice de refletância, como por exemplo, uma superfície lisa clara reflete mais do que uma fosca, mesmo possuindo igual tonalidade.

Também é importante reproduzir as cores corretamente utilizando luzes adequadas, pois a cor de um elemento pode variar dependendo da luz que o ilumina, das refletâncias e da visão de quem a vê. Sendo assim, quando a luminância sobre uma superfície diminui, o branco torna-se cinzento e o amarelo, pardo (MOREIRA, 1922, p.5). Deste modo, uma cor qualquer só será considerada como tal, se os fluxos luminosos refletirem a mesma. “Portanto, todo cuidado deve ser tomado na escolha criteriosa das fontes de luz para que as mesmas não pareçam deformadas e a decoração prejudicada pela iluminação artificial” (MOREIRA, 1982, p. 110).

A melhor forma de saber a influência que uma determinada fonte de iluminação artificial irá exercer sobre a aparência das cores é consultando o IRC (Índice de Reprodução de Cor). Este índice classifica a qualidade em que as lâmpadas do mercado atual reproduzem com fidelidade as cores reais das superfícies e objetos. Essa classificação é dada em porcentagem e possui três níveis: moderada, boa e excelente. O IRC de cada tipo de lâmpada pode ser consultado em sua embalagem.



A figura abaixo (Figura 2) demonstra a classificação do índice de reprodução de cor de variados tipos de lâmpadas e também como elas afetam as cores de uma mesma imagem.

Figura 2- As cores de acordo com o IRC.



Fonte: EMPALUX.

Outro fator importante para o projeto de iluminação de interiores é a temperatura de cor de uma lâmpada. Essa denominação é relativa à tonalidade de uma fonte luminosa, sendo ela medida em graus Kelvin. Quanto maior a temperatura, mais clara é a tonalidade da luz emitida, são as denominadas cores frias, enquanto as de menor valor são denominadas quentes (Figura 3).

Figura 3 - Temperatura das cores.



Fonte: TAIRIS.

Bem como as cores, a temperatura da luz afeta diretamente o sistema psicológico do usuário, influenciando nas sensações que o mesmo possui ao estar em um determinado ambiente. Portanto, como ilustrado na tabela 2, as tonalidades mais quentes, cerca de 3.200K e inferiores, dão a sensação de conforto e intimidade, sendo ideais para grande parte de uma residência, principalmente dormitórios e salas de estar. Já as temperaturas de 3.200K a 5.500K, são ideais para museus e galerias, pois, sendo neutras, seu efeito nas cores é pequeno ou inexistente. As frias, cerca de 5.000K e superiores, são para locais de trabalho e estudo, pois transmitem a sensação de eficiência.



Tabela 2 - Temperatura de cor e sensações associadas.

Temperatura de cor (K)	quente	neutra	fria	luz do dia
	3.000	3.500	4.100	5.000
Sensações associadas	Amigável Íntimo Pessoal Exclusivo	Amigável Convidativo Intenso	Preciso Claro Limpo Eficiente	Brilhante Excitante Alerta

Fonte: GRIGOLETTI, 2007.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as informações dispostas neste artigo, conclui-se que existem diversos tipos de lâmpadas, cada uma com características diferentes de acordo com seu funcionamento e seu nível de consumo de energia. Sendo assim, a mais econômica na atualidade é a lâmpada de LED, que possui muito mais benefícios e funcionalidades. Além disso, para cada ambiente, bem como para cada atividade específica realizada, há um nível de iluminação recomendada, a fim de proporcionar conforto e evitar que a visão seja prejudicada.

As cores são muito importantes para o bem-estar, elas possuem a capacidade de criar sensações. Portanto a escolha das cores de uma residência é significativa, pois sua percepção poderá ser alterada quando em contato com uma iluminação artificial, principalmente se o nível de IRC da lâmpada em questão for considerado moderado. As temperaturas de cor das mesmas também trazem sensações, desta forma deve ser escolhida a tonalidade mais propícia para a atividade que será realizada em sua presença.

REFERENCIAL TEÓRICO

ARQPLANE – Arquitetura e Design. **O FIM DAS LÂMPADAS INCANDESCENTES E A ECONOMIA NA CONTA DE LUZ.** 2015. Disponível em: <<https://arqplane.wordpress.com/2015/08/05/o-fim-das-lampadas-incandescentes-e-a-economia-na-conta-de-luz/>>. Acesso em: 27 set. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 54113 - Iluminância de interiores.** 1992.



BARBARA, Cris. **A iluminação correta nos ambientes.** 2015. Disponível em: <<http://www.lopes.com.br/blog/decoracao-paisagismo/iluminacao-correta-nos-ambientes/#axzz4ssnHEIL9>>. Acesso em: 19 set. 2017.

CHING, FRANCIS D.K. **Arquitetura de interiores ilustrada.** 2.ed. Porto Alegre/RS: Bookman, 2010. 351 p.

EDLER, Marco Antonio. **Instalações elétricas para arquitetura.** Cruz Alta/RS: UNICRUZ, 2016.

EMPALUX. **Informações Luminotécnicas.** Disponível em: <<http://www.empalux.com.br/?a1=l>>. Acesso em: 24 set. 2017.

GRIGOLETTI, Giane de Campos; BEVILACQUA, Décio; PICADA, Getúlio de Souza (coords). **Caderno Didático - Conforto Ambiental II.** Santa Maria/RS: UFSM, 2007.

LAMBERTS, Roberto. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo/SP: PW, 1997. 192 p.

LAMBERTS, Roberto. DUTRA, Luciano. PEREIRA, Fernando O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo: PW, 1997.

MANCUSO, Clarice. **Arquitetura de interiores e decoração: a arte de viver bem.** Porto Alegre: Sulina, 1999. 253 p.

MOREIRA, Vinicius de Araújo. **Iluminação & Fotometria: teoria e aplicação.** São Paulo: Edgard Blücher, 1982.

TAIRIS. **Vamos entender um pouco mais sobre temperatura de cor?.** São Paulo. Disponível em: <<http://blog.tairis.com.br/index.php/2015/03/18/vamos-entender-um-pouco-mais-sobre/>> Acesso em: 19 de set. 2017.

VISINHESKI, Juliana. **Tipo de Lâmpada: HALÓGENAS.** 2010. Disponível em: <<https://chandelierlux.wordpress.com/2010/01/18/tipo-de-lampada-halogenas/>>. Acesso em 19 de set. 2017.