

Arquitetura e Lighting Design: a luz como elemento influenciador na saúde e nas sensações

Prof. Me. Lotos Dias Medeiros

Centro Universitário Belas Artes de São Paulo – FEBASP – São Paulo – Brasil

lotos.medeiros@belasartes.br

Co-autora: Isabella Novais Faria

Centro Universitário Belas Artes de São Paulo – FEBASP – São Paulo – Brasil

isabella.nfaria@gmail.com

Co-autora: Michele Saidon

Centro Universitário Belas Artes de São Paulo – FEBASP – São Paulo – Brasil

misaidon@gmail.com

RESUMO

Pretende-se como objetivo neste artigo, abordar aspectos teóricos e práticos que norteiam o entendimento sobre a luz, as grandezas fotométricas e o efeito causador de sensações propícias à saúde e bem-estar dos usuários nos espaços. Nos últimos anos, com a evolução e a tecnologia, os resultados se tornaram positivos, com atuações em diversificados campos da ciência. As abordagens do mesmo demonstram qualidade e aplicação para determinadas situações da edificação. O método aplicado compara, identifica e qualifica, através do Índice de Reprodução de Cores (IRC) e Temperatura de cor (Kelvin) das lâmpadas as sensações e reações do indivíduo considerando o tipo do ambiente, tarefa ou atividade exercida conforme ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Os resultados adquiridos pelos ensaios realizados no ambiente do Laboratório de “*Lighting Design*” do Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, demonstram que quando a luz artificial está adequada ao ambiente, o usuário não sofre alterações em suas sensações e reações tornando-a positiva. Conclui-se por meio dos mesmos que no projeto, qualquer que seja, existe a complexidade e diretrizes de projeto quando ao atendimento às necessidades do usuário; e que para o projeto do sistema de iluminação deve-se garantir a qualidade e desempenho lumínico a partir da avaliação de utilização dos espaços e das relações difundidas entre luz e saúde.

PALAVRAS-CHAVE: “*Lighting Design*”. Iluminação – Saúde.

ABSTRACT

It is intended in this article to approach theoretical and practical aspects that guide the understanding of the light, the photometric quantities and the effect of propitious sensations to

user's health and well-being in the spaces. In the last years with technologic evolution, the results became positives with diversified performances in science fields. The approaches demonstrate quality and application for specific situations of the building. The applied method compares, identifies and qualifies, through the Color Reproduction Index (IRC) and Color Temperature (Kelvin) of the lamps the sensations and reactions of the individual considering the type of environment, task or activity performed according to ISO / IEC 8995-1: 2013. The results obtained by the tests performed in the environment of the Lighting Design Laboratory of the University Center of Fine Arts of São Paulo show that when artificial light is adequate to the environment, the user does not undergo changes in their sensations and reactions making it positive. It is concluded through the same that in the project, whatever, there is the complexity and design guidelines when meeting the needs of the user; And that for the design of the lighting system it is necessary to guarantee the quality and luminous performance based on the evaluation of the use of the spaces and the relations spread between light and health.

KEY WORDS: Lighting Design. Artificial Lighting – Health.

INTRODUÇÃO

O arranjo, composição e utilização de luzes coloridas, cada vez mais vem se tornando existentes em distintas áreas do conhecimento. Em conjunto à neurociência e de novos materiais se difundem na atualidade contribuindo para o processo de entendimento perceptivo. Estabelece o dimensionamento de variados elementos, possibilitando novas alternativas para o desenvolvimento de ambientes, sobretudo alterando significativamente os resultados obtidos anteriormente.

Os métodos flexíveis para o desenvolvimento projetual, bem como os processos desenvolvidos pelo homem evoluíram com o passar do tempo. Com a evolução e tecnologia nas últimas décadas, surgem novos processos científicos para cada área de conhecimento, dessa forma surgem abordagens distintas que são de eximia importância para habitualidade.

Segundo Martinez (2000) a criação do projeto inicia-se por meio de possíveis representações, que inicialmente partem de um raciocínio mental e são compiladas ainda de maneira imprecisa sobre um sistema gráfico, na construção da ideia assemelha-se com as definições projetuais definitivas. Portanto podemos admitir que projetar faz parte de uma metodologia, no qual o homem administra seus pensamentos a partir de processos mentais.

Vinculados a novos partidos e amparados a novas tecnologias, os projetos contemporâneos passaram a atingir o grau de satisfação em um espaço de tempo bem menor, Submetido em Dez 2016, Aprovado em Fev 2017, Publicado em Set 2017

tornando uma condição prévia indispensável sob o ponto de vista da industrialização do produto. Por esse fato, as necessidades dos clientes e ou usuários passaram a obter análises mais frequentes, mediante um mercado tão competitivo.

Para Stiller (2000) a geração do projeto, sob qualquer âmbito de desenvolvimento baseia-se diretamente no intelecto. Portanto o indivíduo reage a três fases: a física, psicológica e consciente. Reverberando pelas fases citadas, podemos dizer que a fase física está ligada ao sentido da visão onde os estímulos são produzidos pela luz, composições e formas e principalmente pelas cores. Estão vinculadas ao desenvolvimento do projeto considerando a qualificação produção e quantificação das diversas fontes luminosas a qual estão diretamente ligadas a visão humana.

Já para a fase psicológica, leva-nos a conjecturar as propostas projetuais estabelecidas do ambiente, definindo a qualidade estética correspondendo aos resultados satisfatórios e aos prazeres estéticos do projeto. É de domínio de sua consciência a criatividade do projetista.

Por fim, a fase consciente que estabelece os aspectos dirigidos do projeto, ou seja, está além da estética desejada, deveres e metas estabelecidas de projeto, obra e a todos que estão envolvidos.

O conceito da percepção ambiental passa a ser mais presente nas academias. Surge então o papel do *light designer*, que consagra como um novo enfoque na atuação profissional de luminotecnica, o designer de iluminações. Esses profissionais promovem e discutem em congressos e seminários os novos desafios e diferencias das tecnologias atuais, adequando-as aos desafios constantes no cotidiano das pessoas.

1. ARQUITETURA – PRINCÍPIOS DO USO INTERNO E EXTERNO

Em meados da década de 1990, o projeto de luminotécnica começa a receber outros olhares e novos estudos do uso da luz sobre o espaço arquitetônico, visto que, anteriormente eram confundidos como instalações elétricas e poucas escolas de Arquitetura abordavam sobre o tema.

Assim, o que hoje damos o nome de “*Lighting Design*”, passa a conquistar espaço, abrangendo programações como cursos de formação, publicações e encontros de profissionais da área, estendendo o conhecimento dessa atividade projetual que parte desde o desenvolvimento do mecanismo de anti-ofuscamento até a programação das cores por computador, o que passa a exigir o uso de novas tecnologias e produtos do mercado. “Com os
Submetido em Dez 2016, Aprovado em Fev 2017, Publicado em Set 2017

novos conhecimentos, a luminotécnica integra o projeto arquitetônico, e assim, oferecendo respostas para as estratégias determinantes para um espaço definido, havendo um entendimento mútuo sobre a qualidade, forma e função”. (NOBRE, 2007, p. 86).

A Iluminação que será proposta deverá atender sobre a lógica formal, estrutural, acessos, circulações, cheios e vazios, matérias, cores, texturas, de cada superfície, a partir da leitura arquitetônica realizada.

Cada país estabelece parâmetros, a partir de normas e/ou procedimentos, que definem a quantidade necessária de luz presente para o uso de ambientes, e que sejam iluminados de forma coerente conforme a atividade que irá exercer.

As orientações refletidas pelas normas para o projeto de iluminação artificial nem sempre atendem ao que o espaço necessita, trazendo problemas futuros. Para isto é importante que o espaço demonstre as sensações que deseja transmitir e como a luz poderá afetar seus usuários.

A Iluminação normalmente atende os requisitos para a sensação de segurança para atender as necessidades básicas de segurança e o cumprimento de tarefas visuais, porém deixa de lado o conforto dos usuários. Assim considera-se a norma NBR ISO/CIE 8995-1 que estabelece o controle do índice de ofuscamento e o percentual da temperatura de cor como referência essencial para o cálculo do conforto lumínico.

2. O FENÔMENO, LUZ

A luz, fenômeno tão contemplado pelos homens desde o primórdio dos tempos, está presente no cotidiano, vista em um primeiro momento na sua forma natural, acompanhando a evolução através dos séculos e se renovando em sua forma de ser.

Esse fenômeno tem a capacidade de influenciar a atmosfera de um espaço, assim como afeta diretamente nossa vida, o padrão de sono e horas de trabalho, nosso nível de atenção e nossa saúde. Alterar os padrões de luz, sombra e cor pode fazer com que os usuários fiquem relaxados ou alertas, acolhidos e confortáveis ou frios e desconfortáveis. (INNES, 2014, p. 6).

A observação feita pelo arquiteto Lúcio Costa¹, na qual reconhecia a dificuldade presente na operação com o elemento de tão estreita relação com a arquitetura, mantém-se

¹ Pioneiro da arquitetura modernista no Brasil, ficou conhecido mundialmente pelo projeto do Plano Piloto de Brasília. Devido às atividades oficiais de seu pai, o almirante Joaquim Ribeiro da Costa, morou em diversos países, o que lhe rendeu uma formação pluralista. Estudou na *Royal Grammar School* em Newcastle, no Reino Unido, e no *Collège National* em Montreux, na Suíça.

contemporânea uma vez que ainda existem muitas pessoas que projetam sem dar o poder e a força presentes em tal fenômeno, ainda que este apresente um grau de importância muito elevado em relação aos padrões de vida do ser humano.

Quando se trabalha com iluminação no design de interiores, a luz revela as cores e as formas tridimensionais, enquanto os focos de luz revelam a textura das superfícies e dos materiais. Esses elementos são importantes para o modo como percebemos um espaço que, sem o uso controlado e apropriado da luz, um projeto jamais consegue alcançar bons resultados.

O processo de criação do projeto de iluminação no Brasil acontece de forma tardia, comparado a outras partes do mundo onde as renovações e avanços tecnológicos são mais frequentes nesta área; apenas na década de 80 que se observa um esforço de caracterização da prática profissional que passa a reivindicar para si um lugar muito preciso no entrecruzamento da arquitetura e do design. Junto dessa preocupação, aparecem os primeiros estudos da luz não apenas como forma correta de obtenção da mesma para o desempenho de tarefas.

Para Nobre (2007) quando se trata de questões onde se aborda a criação de ambientes através desse fenômeno, valoriza-se a arquitetura, o conforto ambiental e os aspectos fisiológicos.

Atualmente, esse fenômeno aborda um campo ainda mais extenso, no qual estão entrelaçados elementos como a arquitetura, a percepção visual e a estrutura.

[...] se o vazio nada significa, *é preciso enfeitiçar os planos e superfícies* que recebem a luz incidente e refletem em nossos olhos as cores e texturas das formas, realçadas pelas sombras. A sombra faz parte da luz, na medida em que a sobre permite que o objeto iluminado se destaque e seja atrativo ao nosso olhar. Tudo o que vemos é luz refletida. Nos trabalhos delicados, nem uma luz totalmente difusa, nem uma luz com fortes sombras é conveniente. (KHAN, 1983, p. 25).

2.1 A física da luz

O fenômeno da luz provoca reações tanto físicas quanto emocionais nos seres humanos. Já no século XIX, o físico James Clerk Maxwell² estabelece como verdade fundamental que a luz é uma forma de energia. Hoje sabemos que essa definição vai muito além: essa energia parte da divisão do espectro magnético, com comprimentos de onda distintos, que resulta na

² James Clerk Maxwell (Edimburgo, 13 de junho de 1831 — Cambridge, 5 de novembro de 1879) foi um físico e matemático escocês. É mais conhecido por ter dado forma final à teoria moderna do eletromagnetismo, que une a eletricidade, o magnetismo e a óptica.
Submetido em Dez 2016, Aprovado em Fev 2017, Publicado em Set 2017

apresentação de diferentes formas como as ondas de rádio, raios X, infravermelhos e ultravioletas.

A luz visível ao ser humano apresenta-se numa faixa muito pequena no espectro da radiação eletromagnética, ficando entre os 380 e 750 nm³. Por ser uma forma de energia, a luz segue as leis da termodinâmica. “O feixe luminoso é invisível aos nossos olhos, se tornando visível apenas ao atingir algo que reflita parte dele para os nossos olhos. Os materiais brancos ou de cor clara tem essa aparência por refletirem mais luz que os de cor escura”. (INNES, 2014, p. 12).

Dentro da área da iluminação arquitetônica, podemos destacar três tipos de fontes de luz: incandescentes tradicionais, eletroluminescentes e fontes de descarga.

As fontes de luz incandescentes⁴ se caracterizam principalmente por sua emissão de calor (energia infravermelha). São obtidas através do aquecimento de um material e, conforme seu aquecimento aumenta, inicia a emissão de luz vermelha, após esse fenômeno, cada uma das cores é agregada até que os materiais incandescentes produzam todas as cores do espectro e assumam um tom quente, branco avermelhado. A cor da luz emitida pelo filamento se relaciona diretamente com a sua temperatura. Entre os exemplos desse tipo de luz estão as lâmpadas incandescentes tradicionais, lâmpadas de tungstênio⁵ e halogênio⁶ ou xenônio⁷.

³ Unidade de comprimento equivalente à bilionésima parte de um metro, ou 10⁻⁹ m [símb.: nm]

⁴ A lâmpada incandescente é um dispositivo elétrico que transforma energia elétrica em energia luminosa e energia térmica através do efeito Joule. Dada a sua simplicidade, foi o primeiro dispositivo prático que permitiu utilizar eletricidade para iluminação, sendo durante as primeiras décadas de uso comercial da energia elétrica a principal forma de consumo daquela forma de energia.

⁵ O tungstênio (conhecido antigamente como volfrâmio ou wolfrâmio) é um elemento químico de símbolo W, número atômico 74 (74 prótons e 74 elétrons) com massa atômica 184u situado no grupo 6 da classificação periódica dos elementos. É um metal de transição que, à temperatura ambiente, encontra-se no estado sólido. É um metal com uma enorme gama de usos, largamente utilizado na forma de carbonetos (W2C, WC). Os carbonetos, devido à elevada dureza, são usados para revestir brocas de perfuração de solos utilizados em mineração, indústria petrolífera e indústrias de construção. O tungstênio é extensivamente usado em filamentos de lâmpadas incandescentes e válvulas eletrônicas e, como eletrodos não consumíveis, (para soldagens do tipo TIG - *Tungsten Inert Gás*) porque apresenta um ponto de fusão muito elevado e pode ser transformado em fios muito finos.

⁶Lâmpadas de halogênio ou Lâmpadas de halogênio ou lâmpadas halógenas são lâmpadas incandescentes com filamento de tungstênio contido em um gás inerte e com uma pequena quantidade de um elemento halogênio como iodo ou bromo.

⁷Lâmpada de arco de xenônio (Xenon, em português europeu), muitas vezes chamadas simplesmente de lâmpadas de xenônio, são lâmpadas acionadas por eletricidade, do tipo descarga, de alta pressão, pertencentes a um grupo de fontes de luz denominadas de HID (do inglês *High Intensity Discharge*).

As fontes de luz de descarga acontecem através da passagem de corrente elétrica por um gás, produzindo assim, a luz visível. Por esse tipo de fonte não envolver o aquecimento dos materiais, ele costuma ser uma maneira mais eficaz de produzir luz e conseqüentemente vida útil maior que as incandescentes. Existem inúmeros tipos de gases para compor essa reação, várias cores de luz visível podem ser empregadas para que a mistura de cores gere uma fonte de luz mais branca. Lâmpadas fluorescentes, de halogênio metálico e vapor de sódio são exemplos de luz de descarga.

Por último e não menos importante, as fontes de luz eletroluminescentes emitem radiação eletromagnética quando submetidos a uma corrente elétrica, reação esta que também não exige aplicação de calor, resultando em uma fonte de luz bem mais fria; também não dependem da criação de uma fonte de descarga elétrica através de um gás. Como exemplos, são citados os painéis eletroluminescentes, *LED's*⁸ e os *OLED's*⁹.

Os *LED's* são um dos mais recentes avanços na tecnologia da iluminação. Embora os *LED's*, na realidade, já existam desde a década de 30, foi a partir do final dos anos 90 que se criou um *LED* azul prático de alta luminosidade que permitiu uma mistura completa de cores, com o uso de dispositivos vermelhos, verdes e azuis. (INNES, 2014, p. 55).

3. ASPECTOS HUMANOS

Os fatores do corpo humano são compreendidos em seu entorno de diversas formas, estão presentes os sistemas especializados, adaptados para serem sensíveis tanto às mudanças

⁸ O diodo emissor de luz, também conhecido pela sigla em inglês *LED* (Light Emitting Diode), é usado para a emissão de luz em locais e instrumentos onde se torna mais conveniente a sua utilização no lugar de uma lâmpada. Especialmente utilizado em produtos de microeletrônica como sinalizador de avisos, também pode ser encontrado em tamanho maior, como em alguns modelos de semáforos. Também é muito utilizado em painéis de *LED*, cortinas de *LED*, pistas de *LED* e postes de iluminação pública, permitindo uma redução significativa no consumo de eletricidade.

⁹ Um *OLED* (*organic light-emitting diode*, diodo emissor de luz orgânico) é um Diodo emissor de luz (*LED*) em que a camada de emissão electroluminescente é um filme orgânico que emite luz em resposta a uma corrente eléctrica. Esta camada de semiconductor orgânico fica situado entre dois eletrodos. Geralmente, pelo menos um destes eletrodos é transparente. Os *OLED's* são usados em telas digitais de dispositivos como televisores, monitores de computador, sistemas portáteis, como telefones celulares, consoles de jogos portáteis e PDAs. A principal área de pesquisa é o desenvolvimento de dispositivos *OLED* brancos para uso em aplicações de iluminação de estado sólido (*SSL*).

internas quanto às externas. Os elementos como o som e a luz são estímulos externos e são transmitidos através de ondas.

Um dos fenômenos que o corpo humano é capaz de reproduzir recebe o nome de adaptação. A adaptação acontece a partir dos receptores, células especializadas que enviam sinais ao sistema nervoso central sempre que há mudanças nas condições internas ou externas do corpo. Os receptores também se caracterizam por converterem uma forma de energia em outra. “Se um receptor for estimulado pelo mesmo estímulo por um período de tempo prolongado, ele passará a reduzir sua taxa de envio de estímulos nervosos e se tornará insensível a esse estímulo contínuo, recebendo o nome de adaptação”. (INNES, 2014, p. 27).

Os níveis de iluminação podem ser percebidos através das diferenças de iluminância entre dois espaços. Um exemplo a ser citado é a mudança que acontece quando se transita de um espaço externo ensolarado, com aproximadamente 50.000 lux, para um interno de iluminação artificial, com 500 lux; essa diferença de 49.500 lux pode ser percebida e adaptada aos olhos humanos, porém quanto maior a diferença entre os ambientes, maior será o nível de dificuldade de adaptação, ou seja, mudanças significativas na luminosidade visual exigem diferenças muito maiores na intensidade. “Todos os olhos são, antes de tudo, detectores de movimento”. (GREGORY, 2015, p. 76).

A luz e a cor podem produzir sensações distintas, e essas sensações devem ser produzidas de forma intencional, de forma que seja possível o controle de forma ativa das características emocionais dos projetos de luminotécnica. É importante ressaltar que, o ser humano não enxerga com os olhos, e sim com o cérebro, o que afeta diretamente nas sensações e na forma como se deve projetar.

As cores também influenciam de forma intensa na sensação e na percepção humana; a interpretação delas, porém, é formada através das associações culturais, pessoais e naturais de cada ser humano. “Uma vez que nossa visão é influenciada pelo filtro da experiência de vida e pelas interpretações fornecidas pelo cérebro, ela é muito suscetível à parcialidade e ao preconceito”. (INNES, 2014, p. 35).

4. ESTUDO DE CASO: SHOWROOM BRILIA

Em parceria com a Empresa Brilia¹⁰, o laboratório LABCEL “Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia e Lighting Design” do Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, iniciou uma pesquisa que viabiliza o entendimento e a qualidade necessária para iluminação artificial nos ambientes considerando três estudos de caso. Iniciando com o showroom Brilia, que é composto por seis cenários distintos, cada um com a sua necessidade de iluminância específica, segundo figura 1:

Figura 1 – Showroom da Empresa Brilia.



Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia de *Lighting Design* - LABCEL.
Foto: Michele Saidon

É importante ressaltar que o índice de reprodução de cor (IRC) se resulta na fidelidade de cores que a iluminação reproduz nos objetos e que fielmente são vistas na decoração ou nos produtos, independente da sua temperatura de cor (K) e o IRC é determinado pela escala percentual de (0% a 100%).

¹⁰ A Brilia atua há 6 anos com a tecnologia *LED*, atua em tecnologia de iluminação.
Site: <http://www.brilia.com/>
Submetido em Dez 2016, Aprovado em Fev 2017, Publicado em Set 2017

Na figura 2, o cenário se dá em um banheiro por iluminação pontual, onde o IRC $\geq 80\%$, considerando o percentual de fidelidade das cores e do ambiente, preservando a integridade e segurança, sobretudo a qualidade de vida do usuário.

Figura 2 - Showroom da Empresa Brilia. Lâmpada Dicroica (Linha Smart) – GU10 – 5W IRC $\geq 80\%$ - Temperatura de cor: 3.000K



Na figura 3, o cenário se dá em um mostruário de loja de roupas, compreende-se a necessidade do controle da fidelidade de cores pelo IRC, sobretudo visando as sensações do usuário ao local, onde temperatura de cor mais baixa estabelece sentidos de bem-estar e aconchego. Temperaturas de cor mais elevadas estabelecem a necessidade de maior nitidez e atenção a atividades frequentes,

Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia de *Ligthing Design* - LABCEL. **Foto:** Michele Saidon

cenário se dá em um mostruário compreende-se a necessidade de cores pelo IRC, sobretudo usuário ao local, onde temperatura de cor mais baixa estabelece sentidos de bem-estar e aconchego. Temperaturas de cor mais elevadas estabelecem a necessidade de maior nitidez e atenção a atividades frequentes,

tais como escritórios, hospitais e salas de aula.

Figura 3 - Showroom da Empresa Brilia. Lâmpada Globo LED Bulbo Smart 6W 3.000K - IRC $\geq 80\%$ Temperatura de cor: 2.700K

tais como escritórios, hospitais e salas de aula.



Nas figuras 4, 5, 6, 7, comparar-se a escala de Temperatura de cor (K) pela luz emitida, considerando a diversidade de lâmpadas e suas aplicações.

Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia de *Ligthing Design* - LABCEL.

4,5,6,7, comparar-se a escala de Temperatura de cor (K) pela luz emitida, considerando a diversidade de lâmpadas e suas aplicações.

Figura 4 - Showroom da Empresa Brilia. Bulbo Autodimerizável - IRC $\geq 80\%$ - Temperatura de cor: 3.000K.



Fev 2017, Pul

Figura 5 - Showroom da Empresa Brilia. Lâmpada - LED – PAR 20 – 7W - IRC $\geq 80\%$ - Temperatura de cor: 3.000K.



Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia de *Ligthing Design* - LABCEL.
Foto: Michele Saidon

Figura 6 - Lâmpada LED Bulbo Mini Globo
4W - IRC \geq 80%
Temperatura de cor: 2.700K



Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia de *Ligthing Design* - LABCEL.
Foto: Michele Saidon

Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia de *Ligthing Design* - LABCEL.
Foto: Michele Saidon

Figura 7 - Showroom da Empresa Brilia.
Lâmpada - LED – PAR 20 – 2W - IRC \geq 80% -
Temperatura de cor: 3.000K.



Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia de *Ligthing Design* - LABCEL.
Foto: Michele Saidon

Podemos denominar que a cor em nosso psicológico de quente a cor mais amarelada, a qual relacionamos como ao calor do Sol pela zona tropical, e a de fria as cores mais azuladas onde relacionamos com o frio do gelo nos pólos da Terra. Porém, fisicamente, quanto mais quente a temperatura da cor em Kelvin, mais será azulada a cor e quanto mais fria, mais amarelada, conforme a tabela 1:

Tabela 1 - Escala de temperatura de cor de lâmpadas. Tabela adaptada pelo autor

Escala Kelvin / luz emitida
Branco Quente (2700-3500 Kelvin): comparável à tonalidade da lâmpada de filamento incandescente tipo bulbo
Branco Neutro (4000-4500 Kelvin): comparável às lâmpadas halógenas e de vapor metálico das lojas de varejo
Branco “Luz do Dia” (5000-6000 Kelvin): usada para melhor reprodução de cores, sendo tipicamente a temperatura de cor do “Sol do meio-dia” em muitas partes do mundo
Branco Frio (6000-7000 Kelvin): comparável às lâmpadas fluorescentes e de alta potência (lâmpadas de mercúrio ou vapor metálico) utilizadas em indústrias, comércios e tipicamente nos hospitais e drogarias

Fonte: Ledtek, 2017- Acesso: <<http://www.eccel.com.br/ledtek/index.php/artigos-noticias/117-temp-color>>. Acessado em: 07 abril de 2017 às 16:23.

Estudo 01 - Cenário Corporativo

O estudo 1, realizado em um cenário corporativo pelas figuras 8 e 9, buscou-se demonstrar como lâmpadas de mesmo tipo, no caso cápsula cerâmica a vapor metálico, que apresentam resultados distintos quando variado IRC, ressaltando que lâmpadas com índice $\geq 80\%$, assemelham-se à luz do sol promovendo, portanto, a fidelidade das imagens, cores, objetos e espaços. Na figura 2 acima, o índice apresentado é $\geq 83\%$, o que traz como resultado positivo a um espaço corporativo por conta da necessidade de fidelidade de cor dos corpos e objetos.

Figura 8 - Reprodução de cenário corporativo sobre a influência de lâmpada PAR 30 de cápsula cerâmica a vapor metálico, IRC $\geq 83\%$ - Temperatura de cor: 3.000K.



Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia e Lighting Design - LABCEL.
Foto: Michele Saidon

Figura 9 - Reprodução de cenário corporativo sobre a influência de lâmpada AR111 de cápsula cerâmica a vapor metálico, IRC $\geq 81\%$ - Temperatura de cor: 3.000K.



Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia e Lighting Design - LABCEL.
Foto: Michele Saidon

O estudo 2, busca apresentar nas figuras 10 e 11, como atualmente a tecnologia dos LED's tem avançado; percebe-se que tais lâmpadas possuem índice de reprodução de cor igual às lâmpadas "tradicionais" de cápsula cerâmica multivapores (halógenas) sendo $\geq 80\%$, apresentando temperaturas muito próximas ao branco quente (acima de 2.300K). Dessa forma, podemos concluir que os LED's acabam trazendo resultados positivos com menor potência, ou seja, a qualidade da iluminação artificial aproxima-se à da luz natural, com menor consumo energético.

Figura 10 - Reprodução de iluminação de quadros e obras de arte sobre a influência de lâmpada AR111 de cápsula cerâmica a vapor metálico, IRC \geq 81% - Temperatura de cor: 3.000K.



Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia de *Lighting Design* - LABCEL.
Foto: Michele Saidon

Figura 11 - Reprodução de iluminação de quadros e obras de arte sobre a influência de lâmpada MR16 LED dimerizável, IRC \geq 80% - Temperatura de cor: 2.700K.



Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia de *Lighting Design* - LABCEL.
Foto: Michele Saidon

O estudo 3 demonstrado pelas figuras 12 e 13, apresentam como há influência do ângulo de abertura das lâmpadas. Na simulação acima, percebe-se uma distinta diferença entre os casos, sendo na figura 12, um cenário com iluminação mais pontual (focalizada), de maior intensidade luminosa sobre um corpo por conta de o ângulo de abertura ser menor (24°). A figura 13 em contrapartida, por apresentar um ângulo de abertura maior (30°), oferece um cenário no qual está mais definida as superfícies, não somente o corpo, assim, consegue-se perceber que quanto maior a abertura, melhor distribuída será a intensidade luminosa.

Figura 12 - Reprodução de iluminação de quadros e obras de arte sobre a influência de Lâmpada AR111, halógena, IRC \geq 100% - Temperatura de cor: 3.000K e ângulo de abertura de 24°.



Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia de *Lighting Design* - LABCEL.
Foto: Michele Saidon

nas realizações das funções no espaço.

Figura 13 - Reprodução de iluminação de quadros e obras de arte sobre a influência de lâmpada MR16 com espelho dicróico, halógena, IRC \geq 80% - Temperatura de cor: 3.000K e ângulo de abertura de 30°.



Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental, Ergonomia de *Lighting Design* - LABCEL.
Foto: Michele Saidon

Todo esquema de iluminação deve ser planejado em função do usuário.

Figura 14 - Organograma do esquema de iluminação para o usuário.



Fonte: Lume arquitetura (2017). Acesso em:
http://www.lumearquitectura.com.br/pdf/ed60/ed_60%20Es%20%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20e%20sa%C3%BAde.pdf
Acessado em: 15/04/2017 às 18:24

Existe complexidade no que se refere portanto ao sistema de iluminação para atendimento a todos e a qualquer lugar, é necessário que se avalie os usos, a cultura e o local onde projetamos. É essencial para diretrizes de projeto, quando adequado para um contexto em particular.

Com a evolução e a tecnologia, os fabricantes, Lighting designers e acadêmicos estão envolvidos cada vez mais para o aprimoramento e entendimento das relações difundidas entre a luz e saúde. Com as novas tecnologias do setor, conduzido pelos *LED's*, outra ferramenta de trabalho para os profissionais no requisito do controle de luz (Dimerizáveis) e mudanças de cores para o conforto visual.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8995**: iluminação em ambientes de trabalho. Rio de Janeiro, 2013.

Submetido em Dez 2016, Aprovado em Fev 2017, Publicado em Set 2017

_____. **NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.

COSTI, Marilice. A influência da Luz e da Cor em salas de espera e corredores hospitalares. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

DEGRA, Adriano; GOBI, Erlei. Iluminação e Saúde: Como a luz pode ser uma importante aliada no tratamento de pacientes. *Revista Lume Arquitetura*, São Paulo. ed. 60. p. 28-34, fev./mar. 2013.

FELICÍSSIMO, Adriana. Lâmpadas de multivapores metálicos – eficiente, durável, econômica e de luz branca. *Revista Lume Arquitetura*, São Paulo. ed. 3. p. 40-45, ago./set. 2003.

FELICÍSSIMO, Adriana. Lâmpadas halógenas – luz mais branca e brilhante. *Revista Lume Arquitetura*, São Paulo. ed. 04. p. 40-46, out./nov. 2003.

GREGORY, R.L. *Eye and Brain: The Psychology of Seeing*. Princeton University Press, 2015. Fifth Edition. 288p. INNES, Malcolm. *Iluminação no design de interiores*. São Paulo: Gustavo Gilli, 2014. 192 p.

KHAN, Louis. *A + U: Architecture and Urbanism, November 1983 Extra Edition: Louis I. Kahn: Conception and Meaning* A + U publishing Co. ltd., 1983.

MARTINEZ, A. C. *Ensaio sobre o projeto*. Brasília: Universidade de Brasília, 2000. 198p.

NOBRE, Ana Luiza. *Lighting design: Franco & Fortes*. São Paulo, 2007. v. 3. 94 p.

PIMENTA, José Luiz. LED – uma fonte de luz promissora. *Revista Lume Arquitetura*, São Paulo. ed. 23. dez./jan. 2007.

SCOPACASA, Vicente A. Hospital em São Paulo – qualidade de luz proporciona bem-estar e conforto aos pacientes e funcionários do 9 de julho. *Revista Lume Arquitetura*, São Paulo. ed. 81. p. 22-27, ago./set. 2016.

SCOPACASA, Vicente A. Introdução à tecnologia de LED. *Revista Lume Arquitetura LA PRO*, São Paulo. ed. 01. p. 5-11, nov. 2004.

STILLER, E. Iluminação de residências. In: *Lighting Design*, 9., 2000, São Paulo, Seminário Internacional. São Paulo. 2000. p.2-3.