

## **O CONCEITO DA LUZ CIRCADIANA E SUAS IMPLICAÇÕES NA ARQUITETURA**

**Dra. Betina Tschiedel Martau**

Arquiteta e Urbanista, Professora Adjunta III  
Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura – PROPAR  
Departamento de Arquitetura - Faculdade de Arquitetura - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
betina.martau@ufrgs.br

A influência da iluminação no chamado sistema circadiano humano (ritmos diários de 24h) e suas relações com os processos de saúde e doença têm sido um dos principais tópicos de discussão no contexto de pesquisa nacional e internacional. No caso dos seres humanos, esses processos são sustentados pelo citado sistema circadiano: o “relógio biológico” que direciona nosso organismo com base em fatores como variação da luz - o chamado ciclo claro e escuro. Ele regula o funcionamento do organismo e é responsável pela adaptação do ser humano aos estímulos do meio em que vive.

A luz tradicionalmente é conceituada como uma radiação eletromagnética capaz de produzir a sensação de brilho ou estímulo visual. A definição clássica de luz passou a ser revisada no momento em que se descobriram mecanismos que relacionam a luz a outros aspectos fisiológicos além da estimulação visual, como a resposta circadiana dos seres humanos a partir da melanopsina, uma fotorreceptor encontrado na retina no início dos anos 2000.

Neste contexto surge o conceito de iluminação circadiana, onde, de forma mais precisa se busca definir a luz como um estímulo eletromagnético cuja radiação é, além de produzir estímulo visual, capaz de estimular biologicamente o sistema circadiano, que responde a esta radiação

Além da quantidade, a luz tem outras propriedades que influenciam na saúde humana como o espectro (componente azul maior ou menor), a temperatura de cor correlata (mais alta ou mais baixa), a sua geometria (distribuição dirigida ou geral), a sua direcionalidade (de cima para baixo ou de baixo para cima), a duração da exposição (curta ou longa) e a sua variabilidade (estática ou dinâmica).

Dois estudos foram conduzidos buscando quantificar a influência da luz em usuários de espaços arquitetônicos em situações de trabalho real e a sua relação com os processos de saúde e doença. Ambos os estudos foram desenvolvidos pela autora no Laboratório de

Cronobiologia Humana do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, coordenado naquele período pela Dra. Maria Paz Hidalgo.

O primeiro, denominado “A luz além da visão: lighting design de lojas e sua influência na saúde e bem-estar das funcionárias” e publicado em 2009 como Tese de Doutorado (FEC- UNICAMP), buscou avaliar como o projeto de iluminação interferia na saúde e no bem-estar de funcionárias de lojas de rua e de shopping centers em Porto Alegre. Foram comparados três grupos, na amostra composta apenas de mulheres: trabalhadoras de lojas na rua com janelas e trabalhadores nas lojas de shopping centers sem janelas em dois turnos distintos, o manhã-tarde e o tarde-noite. Para isto foram estabelecidas as relações entre aspectos visuais, biológicos e emocionais com as condições de iluminação, utilizando uma metodologia que empregou instrumentos da psicologia e da medicina.

O estudo nas lojas demonstrou que os indivíduos que estão mais satisfeitos com o sistema de iluminação (independente do tipo de iluminação a qual estão submetidos) são aqueles que têm o maior fator claro/escuro e a maior satisfação com a possibilidade de contato visual com o exterior, e estes estão no grupo das lojas de rua. Neste grupo, quanto maior a satisfação com a possibilidade de contato visual com o exterior, menores foram os escores de depressão. Nos dois grupos avaliados dentro dos shoppings centers houve alteração nos ritmos de melatonina ou do cortisol. Um excesso de iluminação foi detectado nas lojas de shopping centers e maior estresse, ansiedade e tendência à perda de ritmo de cortisol no grupo que trabalhava pela manhã e tarde. Maiores escores indicando a possibilidade de distúrbio mental, depressão e pior qualidade de sono, bem como alterações no nível de melatonina das 12 horas, com atraso de fase deste hormônio no grupo de funcionárias que trabalhava nos turnos da tarde-noite. A insatisfação com o calor e o barulho produzido pelas fontes de luz apareceram correlacionadas com as variáveis emocionais nos grupos dos shoppings centers, nos quais a alta iluminância geral contribuiu com o maior desconforto neste aspecto. Os resultados apontam para grande insatisfação com o ambiente luminoso, corroborando a hipótese de que ele está inadequado para atender aos requisitos de saúde e bem-estar das trabalhadoras lojas e que as estratégias de iluminação destes espaços precisam ser revisadas.

A outra pesquisa, publicada em 2014, também com a participação da Dr. Hidalgo e da bolsista de iniciação científica Francine Harb, estudou as consequências do trabalho diurno em espaços com e sem janelas em funcionárias de um ambiente hospitalar. Denominada “Cronodisrupção associada à ausência de exposição à luz natural em

ambientes de trabalho” a pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da exposição ou não à iluminação natural durante o período de trabalho diurno sobre o ritmo de atividade e repouso, níveis de melatonina e cortisol, variáveis psicológicas e qualidade do sono numa amostra de funcionárias de um grande hospital, também em Porto Alegre

O fato de trabalhar sem janelas fez com que o ambiente luminoso ao qual as funcionárias estavam expostas fosse uniforme e constante, sem variação de iluminância, a qual é uma variável que faz o organismo perceber o ciclo claro e escuro durante o turno de trabalho, fornecendo a noção de passagem do tempo e oferecendo condições de uma marcação temporal ao corpo. Este fator está associado a alterações nos níveis dos hormônios cortisol e melatonina, as quais se associaram a sintomas depressivos e pior qualidade de sono.

Os estudos apresentados confirmam que após a incorporação da luz elétrica nas edificações e no planejamento urbano, as atividades humanas deixaram de ser pautadas pelas transições do dia para a noite. A possibilidade de escolher quando o dia começa e termina fez com que a população aumentasse a fase clara expondo-se à luz artificial quando já está escuro. Não é raro encontrarmos espaços internos com pouca luz e sem janelas, como é o caso de locais de trabalho em subsolos ou grandes escritórios com planta-livre. Isso gerou espaços urbanos desconectados da sua relação com os ciclos naturais de claro e escuro: existe hoje um número considerável de profissionais que passam a maior parte do seu dia em ambientes fechados, com pouca exposição à luz solar e sem contato visual com o exterior e outra grande parte que passa a noite trabalhando em ambientes internos altamente iluminados, como nas amostras das pesquisas desenvolvidas.

A iluminação pública urbana, muitas vezes excessiva, invade as residências e a chamada luz intrusiva também priva da fase escura muitos moradores das grandes cidades. A poluição luminosa passou a ser um grande problema de saúde, e estudos tem demonstrado que, neste sentido, as populações rurais são mais saudáveis em sua conexão com o ciclo claro-escuro do que populações que habitam os cada vez mais radiantes centros urbanos e que vivem numa sociedade pautada por atividades que funcionam continuamente as 24 horas do dia.

Pesquisas relacionadas à iluminação circadiana comprovam que quem fica submetido a estas condições de iluminação por períodos prolongados pode se “dessincronizar” com o meio ambiente. Esta alteração no sistema circadiano pode levar a alterações metabólicas, no sistema imunológico e nos mecanismos relacionados a

obesidade, depressão e transtornos (ou problemas) de sono. Ou seja, expor-se sistematicamente a quantidades baixas de luz durante o dia e altas à noite são duas condutas prejudiciais para o bem-estar e a saúde. A grande dificuldade hoje é como incorporar estas descobertas na prática projetual dos arquitetos, transferindo estes novos conhecimentos, até então restritos aos círculos acadêmicos, aos profissionais de mercado.

Além da complexidade das variáveis envolvidas na relação entre iluminação e saúde, a descoberta da melanopsina passou a exigir novas regulações e uma nova métrica para luz, que relacionasse as fontes existentes à sua capacidade de estimular o sistema circadiano dos usuários dos espaços arquitetônicos. Os parâmetros fotométricos (como fluxo luminoso e iluminância) eram inadequados para verificar a iluminação em relação aos efeitos biológicos. Consequentemente, nesse contexto, a unidade de lúmen por watt, usada para medir eficiência luminosa, não era adequada para avaliar a eficiência biológica. A legislação ainda é incipiente em se tratando de iluminação circadiana. As pré normas alemãs denominadas *DIN V 5031100 Optical radiation physics and illuminating engineering: part 100. Nonvisual effects of ocular light on human beings: quantities, symbols and action spectra*, publicada em 2009, e a *DIN EN 16791 Quantifying irradiance for eye-mediated non-image forming effects of light in humans; German version pr EN 16791:2014*, publicada em novembro de 2014, trazem, além das definições sobre o tema, a proposta de uma nova métrica para luz: o biolumen. A partir da definição da função circadiana por Mark Rea e sua equipe, o espectro das fontes de luz foi pesado biologicamente contra a função circadiana e a eficiência luminosa fotópica. A divisão de ambos valores foi definida como o fator circadiano. Isto permitiu uma comparação qualitativa da eficácia biológica das fontes de luz. A partir deste, usando a normatização illuminant D65, um coeficiente pode ser definido com valores para escala de quantidade visual (ex. fluxo luminoso em lumen) e a nova escala do parâmetro biológico (ex. fluxo biológico em 'biolumen').

O conhecimento dos efeitos da foto transdução passou a ser essencial para projetos luminotécnicos, o que torna urgente a continuidade das pesquisas que buscam estabelecer diretrizes de como utilizar a iluminação biologicamente eficaz. A eficiência energética que por muitas décadas foi a condutora do desenvolvimento e aperfeiçoamento dos sistemas de iluminação agora é superada pela busca de outros critérios de qualidade que incluam os benefícios biológicos sobre o sistema circadiano que a iluminação possa ter, influenciando o comportamento, o sono, a cognição, o estado de alerta e o bem-estar em geral.

O principal papel da Arquitetura é garantir abrigo e proteção para os usuários, mantendo as condições de conforto ambiental. Sendo assim, o conhecimento da luz circadiana deve fazer parte dos critérios projetuais dos arquitetos, os quais definem as condições de iluminação, tanto natural - pela disposição e dimensionamento das janelas - quanto artificial - pela definição e especificação das propriedades das lâmpadas e luminárias.

A área da Arquitetura especializada em iluminação ainda é pequena e tem grande potencial de expansão. Nem todos os cursos de Arquitetura possuem disciplinas que abordam este conteúdo. A compreensão da importância da exposição diurna a luz natural e a redução dos níveis de iluminação elétrica à noite precisam ser difundidas. Aperfeiçoar a formação desses profissionais é fundamental para ampliar a produção de espaços que priorizem aberturas para iluminação natural, controlem a iluminação artificial e mantenham as pessoas sincronizadas biologicamente.