

Iluminação e Saúde

Magna Ferreira Schulz

Os efeitos não visuais da luz no organismo humano

UMA BOA ILUMINAÇÃO PODE REALÇAR OS ELEMENTOS arquiteturais do espaço, criar diferentes ambientes e trabalhar aspectos como segurança e bem-estar do local. Porém, muito mais do que isso, através do controle de iluminação e da tecnologia LED é possível hoje planejar os ambientes de maneira que tenham influência positiva em nossa saúde.

Esta nova abordagem na iluminação artificial, com enfoque no ritmo biológico dos usuários, tem sido objeto de estudo já há alguns anos nos principais laboratórios de iluminação pelo mundo. Mas será isso possível?

Para tanto é necessário uma abordagem interdisciplinar e planejamento. Porém, é preciso também saber em qual projeto é viável aplicar o conceito de iluminação que biologicamente pode influenciar o dia-a-dia das pessoas.

Ainda há muito para ser pesquisado nesta área, mas já há produtos no mercado internacional sendo lançados, bem como projetos piloto sendo executados com a finalidade de iluminação que traga benefícios para a saúde e o desempenho das pessoas. As principais áreas são hospitais e casas de repouso para idosos, além de escolas e escritórios. Alguns exemplos serão citados ao longo deste artigo.

Antes disso, é importante saber o que significa executar um projeto de luz que tenha efeito biológico no ser humano. Para isso é preciso compreender como a luz atua e quais são suas influências no nosso organismo.

O nosso relógio biológico é controlado através do dia e da noite, de padrões claro e escuro. Este é um ciclo biológico que se repete aproximadamente a cada 24 horas.

O nosso ritmo circadiano é rígido desde os tempos mais remotos pela luz solar. Circadiano é um termo que vem do latim “circa” (cerca, aproximadamente) e “diem” ou “dies” (dia)¹. A cronobiologia é o estudo dos ritmos temporais biológicos (os dias, as semanas, estações do ano). Nosso ritmo circadiano é autossustentável, porém, influenciado e ajustável principalmente de acordo com a luz do dia. Como a vida moderna não nos permite estar constantemente em contato com a luz do dia, sofremos com a ausência da variação da luz. Passamos 80% ou mais do nosso tempo dentro de edifícios e isso prejudica o ritmo circadiano².

Os efeitos da luz em humanos podem se diferenciar em três aspectos: efeitos visuais, psicológicos e biológicos³. Os efeitos visuais estão relacionados a nossa percepção do ambiente de acordo com o processamento de informação enviada através de fotorreceptores na retina ao nosso cérebro.

Os efeitos emocionais têm a ver com o conceito de bem-estar e podem sofrer alterações, conforme preferências individuais e culturais, diferenças de gênero e estado físico e emocional de cada um.

Em relação aos efeitos não visuais ou efeitos biológicos da iluminação, a luz afeta o nosso sistema biológico por estimulação de receptores através de nossos olhos (retina) e através da nossa pele. A área de recepção biologicamente eficaz no olho situa-se na parte inferior da retina⁴.

Hormônios e o ritmo circadiano

Existe um relógio mestre no nosso cérebro, localizado na parte anterior do hipotálamo, chamado núcleo supraquiasmático (NSQ). Ele é responsável por sincronizar as “células relógio” localizadas nos tecidos periféricos do nosso olho. O NSQ recebe os estímulos de luz externos e tem a função de interpretá-los e transmiti-los para a glândula pineal, que desta forma produz o hormônio melatonina⁵.

A glândula pineal produz a melatonina, um hormônio natural que afeta a modulação do padrão vigília/sono e funções sazonais. Esta glândula é ativada pela luz e inibida pela ausência de luz. Desta forma, a produção de melatonina no nosso cérebro é regulada através da dimerização da luz ou quando ela é apagada. Não é à toa que dormimos no escuro com mais facilidade.

Tanto os hormônios quanto a temperatura do nosso corpo e também o nosso ritmo cardíaco são funções biológicas incluídas no ciclo circadiano.

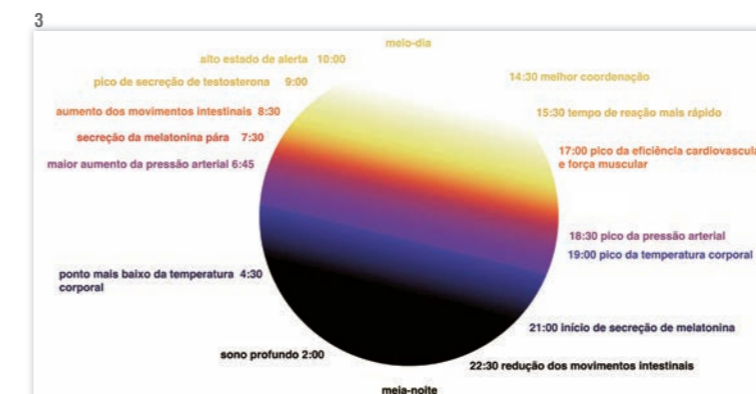
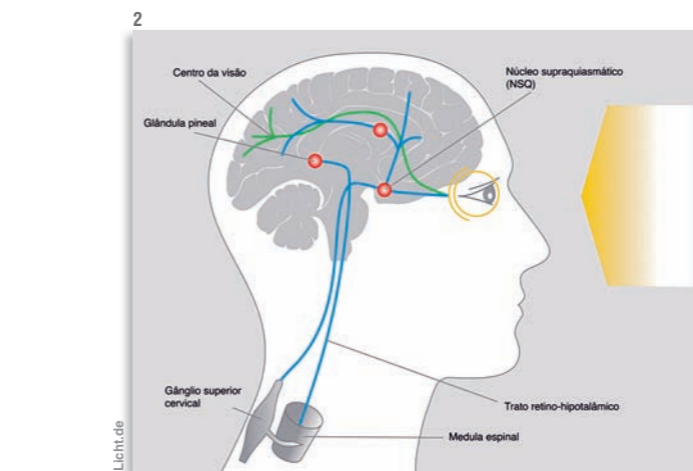
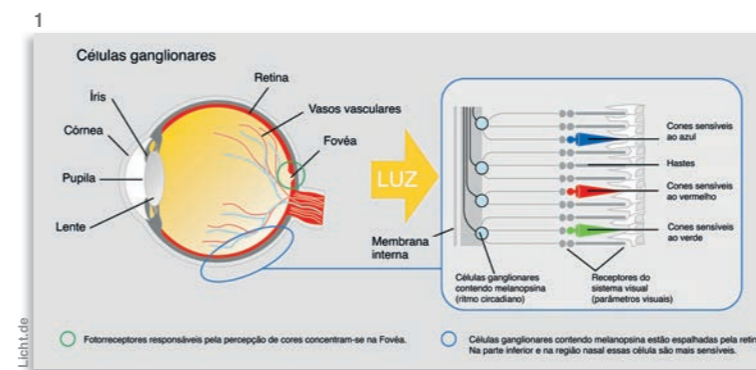


Fig. 1 As células ganglionares (fotorreceptores circadianos) estão situadas na parte inferior posterior da retina.

Fig. 2 A linha verde demonstra o trajeto da luz verde do espectro luminoso, responsável pela visão, e a linha azul demonstra o trajeto da luz azul do espectro luminoso, responsável pelo estímulo no nosso ritmo circadiano.

Fig. 3 Ritmo do relógio biológico humano.

no. Portanto, manter a temporização adequada de todas elas é vital. Muitas doenças, inclusive cardiovasculares, têm sido associadas a distúrbios do ritmo circadiano⁶.

O pico máximo de melatonina no sangue ocorre na metade da noite, para então começar a diminuir. A melatonina é responsável por desacelerar o nosso organismo, minimizando o nível de atividades do corpo e este processo auxilia positivamente o sono durante a noite. Nesse período a temperatura do corpo cai, o nível de atividades do nosso metabolismo é mínimo e os hormônios responsáveis pela regeneração das células são ativados. A partir das 3 horas da manhã aproximadamente, o organismo começa novamente a ser estimulado pelo hormônio cortisol, conhecido como o hormônio responsável pelo stress. As células fotorreceptoras são estimuladas pelos primeiros raios de luz do dia, suprimindo assim a produção de melatonina na glândula pineal. Por isso é crucial permitir que o nosso corpo receba quantidade suficiente de luz natural durante o dia, pois pouca exposição à luz natural significa pouca produção de melatonina, gerando, conseqüentemente, distúrbios no relógio biológico interno e na qualidade do sono. Os cientistas começaram a denominar este fenômeno de “escuridão biológica”, em referência ao impacto negativo da falta de luz natural para seres humanos, interrompendo o relógio biológico interno⁷.

Espectro luminoso e intensidade de luz

O nosso sistema circadiano é mais sensível à faixa azul do espectro luminoso em comparação às outras cores. Desta forma, é recomendável evitar exposição noturna à luz azul ou aparelhos que emitam essa faixa do espectro, como computadores, televisão ou lâmpadas que contenham maior concentração de luz nesta faixa. Os tablets podem ser bem prejudiciais para o ritmo circadiano, por serem utilizados muito próximos do rosto e do corpo e por emitirem, assim como os outros aparelhos, comprimento de ondas curtas do espectro de luz (azul). Quanto maior a quantidade de luz azul, maior a influência e o estímulo no nosso ritmo circadiano⁸. Portanto, os especialistas aconselham limitar o uso desse tipo de luz à noite e dar preferência à uma iluminação mais dimerizada

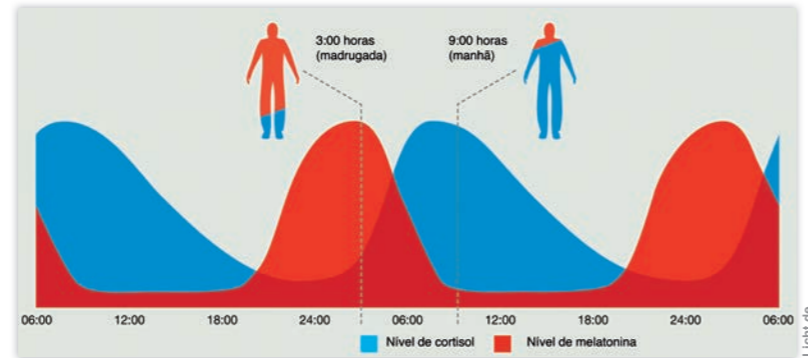


Fig. 4
Influência da luz natural no corpo humano e horários de pico dos hormônios cortisol e melatonina.

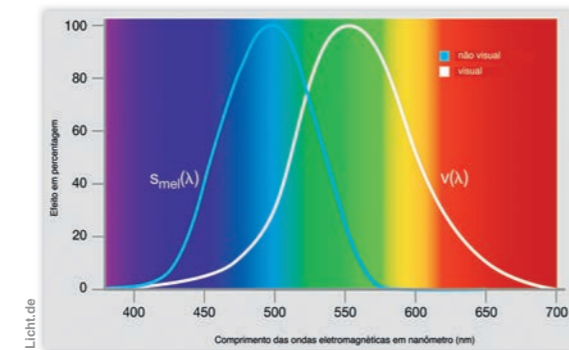


Fig. 5
Função circadiana da luz ocorre na faixa azul do espectro luminoso (480nm).

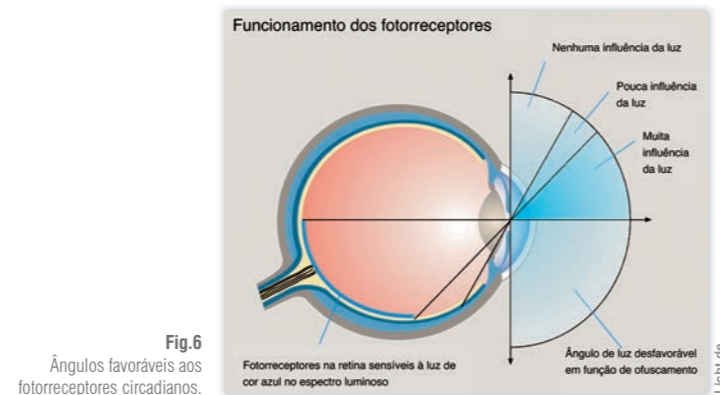


Fig. 6
Ângulos favoráveis aos fotorreceptores circadianos.

e alaranjada ou com temperatura de cor quente. Uma possível solução para quem precisa trabalhar próximo a telas desses aparelhos são os óculos bloqueadores de luz azul.

Pesquisas recentes na Universidade de Psicologia e Psiquiatria Monash, na Austrália, apontaram que determinadas faixas do espectro luminoso, ondas curtas de 470, 497 e 525nm, podem ser de 65% a 81% mais eficazes em iluminação com enfoque no ritmo circadiano⁹. Outro estudo com pacientes que sofrem com depressão, não apenas mostrou como uma iluminação com alta intensida-

de de luz e concentração de cor azul reduziu os sintomas de depressão nos pacientes como também aumentou os níveis de melatonina durante a noite, auxiliando no sono. Os resultados positivos nos pacientes que fizeram o tratamento de terapia de luz nesta pesquisa são comparáveis aos resultados obtidos por outros grupos de pacientes sob tratamento tradicional com antidepressivos¹⁰.

Diversos estudos apontam que iluminação artificial com alta intensidade luminosa, em conjunto com a iluminação natural do ambiente, pode melhorar e contribuir significativamente para tratamentos contra depressão, distúrbios bipolares, agitação, distúrbios do sono, dores e depressão sazonal de inverno. Normalmente, tratamentos com luz artificial utilizam intensidade luminosa entre 2.500 Lux e 10.000 Lux¹¹.

Como a maior parte dos fotorreceptores responsáveis pelo nosso relógio interno estão localizados na parte inferior posterior da retina, a luz deve atingir o olho por determinado ângulo a fim de alcançar melhores resultados com a iluminação circadiana¹².

Aplicação de iluminação circadiana em projetos

A iluminação arquitetural com efeitos biológicos ainda é um objeto recente de estudo. Porém, embora não haja uma definição clara deste conceito no mercado, aplicam-se os termos “circadian light” (luz circadiana), “human light” (luz humana) ou “biological light” (luz biológica).

Hospitais, casas de repouso, shoppings, escritórios e escolas são alguns exemplos de construções cuja demanda por iluminação natural é enorme, principalmente porque as pessoas costumam passar o dia inteiro no edifício. Infelizmente, nem sempre é possível contemplar um projeto com muitas janelas, aberturas e vistas exteriores, ou talvez o local de trabalho ou o leito de um paciente esteja localizado em um ponto mais escuro do ambiente, necessitando maior intensidade de luz. Esses fatores prejudicam não só o campo visual e de trabalho dos usuários, mas, muitas vezes, a noção de tempo e principalmente seu relógio biológico interno.

Um estudo em hospitais, conduzido pela equipe do “Centre for Health Design” na Califórnia, Estados Unidos, com pacientes com distúrbio bipolar e depressão, demonstrou que os pacientes dos quartos voltados para o leste (maior incidência de luz natural) permaneceram 3.67 dias a menos internados em relação aos pacientes dos quartos voltados para oeste (menor incidência de luz natural). O mesmo estudo sugere que pacientes em unidades de tratamento bem iluminadas alcançaram melhores

resultados no tratamento, tiveram menos stress e dor, além de terem tomado menos medicamentos no geral¹³.

Outro estudo liderado pela Cornell University, nos Estados Unidos, mostrou que enfermeiras que trabalham em ambientes com janelas sentem-se mais despertas e que a luz natural ajudou a baixar a pressão arterial, bem como a aumentar a temperatura corporal da equipe. Foram três anos de estudos, que também relacionaram as janelas no ambiente de trabalho ao bom-humor (as enfermeiras trabalhando em unidades com janelas riram cinco vezes mais em relação às que trabalham em unidades sem janelas), além de cometer menos erros de medicação (22% a menos em comparação ao outro grupo)¹⁴.

Entretanto, não podemos esquecer que o papel da escuridão é tão crucial quanto o papel da iluminação para a regulação do ritmo circadiano. Pacientes, por exemplo, podem ficar internados dias, semanas ou meses em um hospital. Além disso, a equipe médica e de enfermeiros trabalha em diferentes turnos e também necessita de iluminação adequada para cada um deles. Os hospitais são apenas um exemplo, mas escritórios, escolas e outros espaços, onde os usuários passam boa parte do tempo, devem também contar com quantidade efetiva de iluminação natural e artificial, bem como iluminação adequada e dimerizada quando necessário. Como vimos anteriormente, ao fecharmos o olho iniciamos o processo de liberação de melatonina no nosso metabolismo, e um ambiente adequado para um sono tranquilo é fundamental.

Um bom exemplo disso é uma intervenção feita por enfermeiras do Duke University Medical Centre, nos Estados Unidos. Elas simplesmente desligaram as luzes duas vezes ao dia em unidades intensivas de tratamento e avaliaram as condições dos pacientes sob esta intervenção durante determinado período. Os resultados mostraram que estas unidades, com controle sobre os estímulos do ambiente, promoveram uma melhor qualidade de sono para os pacientes¹⁵.

Charité Clinic - Berlim, Alemanha: A Philips, em conjunto com a Charité Clinic, em Berlim, desenvolveu um teto luminoso em LED para unidades de tratamento intensivo. O projeto combina efeitos da iluminação natural, com dinâmica de cores.

São 15.400 LEDs que se estendem do teto até a parede, em frente à cama do paciente, preenchendo completamente o seu campo de visão. Além dos LEDs coloridos, o projeto conta com LEDs de alta performance, simulando a iluminação natural através da luz branca fria e luz quente.

Iluminação residencial para idosos - Nova

lorque, EUA: A equipe do Lighting Research Center do Instituto Politécnico Rensselaer, em Nova Iorque, desenvolveu uma proposta de iluminação residencial para idosos, focada no ritmo circadiano.



Fig. 7

Projeto piloto em unidade de terapia intensiva.

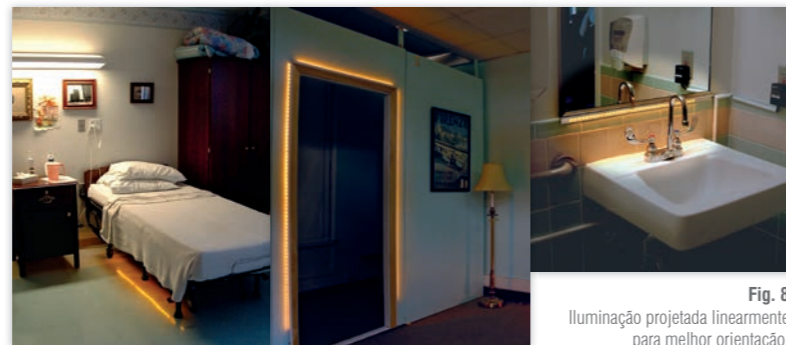


Fig. 8

Iluminação projetada linearmente para melhor orientação.



Fig. 9

Iluminação circadiana em sala de aula.

no, onde conceitos de iluminação noturna na residência de idosos foram testados, a fim de reconhecer quais fatores da luz contribuem ou não para uma melhora na qualidade de sono durante a noite. Os resultados mostraram que uma iluminação dimerizada, com luz âmbar ou vermelha projetada linearmente, reforçando a orientação no ambiente, é o suficiente para garantir a segurança e a locomoção no espaço, ao mesmo tempo em que não interfere no ciclo do sono.

Escolas técnicas - Ulm, Alemanha: A Osram, juntamente com o Centro de Transferência para a Neurociência e Aprendizado na cidade de Ulm, Alemanha, realizaram um projeto piloto em novembro e dezembro de 2011 a fim de descobrir se um conceito de iluminação circadiana em sala de aula poderia estabilizar o relógio biológico dos estudantes, auxiliando assim o seu estado de alerta matinal para um melhor aprendizado. Para o estudo foi instalada uma iluminação de teto com LEDs com temperatura de luz de 4000K. Para uma simulação completa da luz natural, foram instalados também módulos de LEDs com iluminação indireta. Com isso foi possível simular uma temperatura de cor bem semelhante à luz natural, alcançando até 14000K. O controle de luz também permitiu que a intensidade luminosa e as diferentes temperaturas de cores fossem recriadas de maneira dinâmica, assim como acontece durante o dia. Os resultados do estudo mostraram um efeito positivo da luz circadiana sobre os alunos, com maiores níveis de concentração e maior produtividade em sala de aula, assim como mais acertos nos testes cognitivos e melhoras de aprendizado e memória.

Contexto científico e normas aplicáveis

Em relação aos efeitos biológicos da luz no nosso organismo, as recomendações para uma iluminação artificial adequada são:



Fig. 10

Óculos luminosos Re-Timer.

- Níveis de iluminação mais elevados na parede e teto;
- Luz indireta, luminosidade visível, sem brilho;
- Luz branca fria e luz quente em conformidade com a simulação de iluminação natural (luz do dia).

Além disso, o controle de características básicas da luz, tais como quantidade, espectro luminoso, distribuição luminosa, tempo e duração de exposição, são características fundamentais da iluminação circadiana¹⁶.

Ainda não há uma norma específica nesta área, entretanto, as primeiras recomendações foram resumidas em um documento regulatório publicado em 2013 na Alemanha, o DIN Spec 67600. Este pode ser um primeiro passo para que, em seguida, uma norma técnica seja publicada.

Produtos para regulação do ritmo circadiano

É importante ressaltar que o tema "Iluminação e Saúde" é muito amplo, abrangendo diversos subtemas, dentre eles, terapias de luz e fototerapia, bem como cromoterapia. Existem produtos específicos para combater a fadiga, o cansaço ou até mesmo a depressão sazonal de inverno (Seasonal Affective Disorder - SAD).

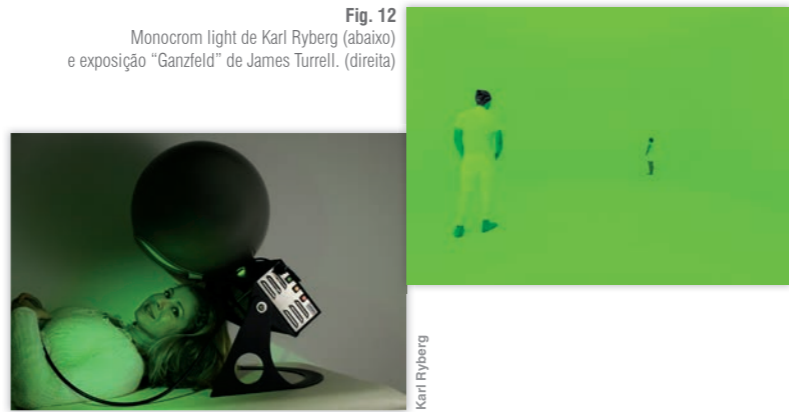
Re-Timer é um produto que pode ser adquirido on-line pelo preço de 299 dólares e garante auxiliar de maneira eficaz na regulação do sono. É indicado para pessoas com distúrbios de sono, para quem viaja muito e sofre de jet leg, para pessoas com depressão sazonal de inverno ou para os que trabalham em turnos noturnos. No site é possível utilizar uma calculadora do sono e outra do jet leg para saber quanto tempo é necessário utilizar o aparelho por dia para regular o relógio interno.

Talvez um dos produtos mais inusitados seja o fone de ouvido luminoso Valkee, fabricado na Finlândia. Baseado também em pesquisas, o fone de ouvido no valor de 199 dólares é classificado como aparelho médico na Europa e emite luz branca (LED) para a prevenção e tratamento de depressão sazonal de inverno. Bastam 12 minutos de uso diários para atingir os primeiros resultados. Como o nosso organismo é extremamente influenciado pelos estímulos externos, o período de inverno pode ser especialmente crítico para a nossa saúde,

Fig. 11
Fone de ouvido luminoso para tratamento de depressão sazonal de inverno



Fig. 12
Monocrom light de Karl Ryberg (abaixo) e exposição "Ganzfeld" de James Turrell. (direita)



especialmente em países como Europa e Estados Unidos, onde a incidência de luz natural diminui drasticamente neste período. No norte Europeu e nos Estados Unidos, estima-se que um em cada dez adultos é afetado pela depressão sazonal de inverno durante esta estação.

A cromoterapia tem sido aplicada também em tratamentos de depressão, assim como tratamentos relacionados ao psíquico. O Instituto de Luz e Cores (Österreiches Institut für Licht und Farbe), na Áustria, realiza estudos intensivos sobre o tema. Um dos pioneiros neste assunto é o arquiteto e especialista em cromoterapia Karl Ryberg. A sua empresa Monocrom, com 25 anos de pesquisa, fabrica um produto extremamente inovador no mercado: um projetor monocromático para tratamentos de terapia de luz. Com formato de um domo, o projetor simula um campo luminoso uniforme de luz e cor. O domo projeta um campo infinito luminoso, assim como o céu, proporcionando ao usuário o contato exclusivo com a luz e a cor, sem a percepção das limitações do espaço. Algo similar à proposta artística de James Turrell, mas com finalidade terapêutica.

Conclusão, critérios e críticas

Ao planejarmos a iluminação de um espaço interno ou externo com enfoque na iluminação circadiana, um briefing detalhado do local é crucial. Precisamos saber a situação atual do local e sua utilização, bem como o perfil de seus usuários. Só então é possível definir o conceito mais adequado e decidir qual a tecnologia mais apropriada para dar o suporte necessário ao ritmo circadiano dos usuários.

Outra questão importante é a automação desses sistemas, pois a iluminação circadiana implica na completa automação dos sistemas de iluminação, restringindo a atuação e preferências individuais de cada um.

É preciso cautela, pois ainda não sabemos os efeitos em longo prazo de tais intervenções de iluminação artificial circadiana. Estudos apontam para possíveis danos visuais e associação ao câncer de próstata e mama, causados por excesso de exposição à luz azul¹⁷, e a Organização Mundial de Saúde (OMS) já se manifestou a respeito de turnos de trabalho noturnos como uma possível causa da incidência de câncer¹⁸. Porém, não há nada conclusivo até o momento. Além disso, há enormes diferenças de necessidades e também de restrições quanto ao uso da iluminação circadiana para diferentes grupos de acordo com sexo, faixa etária, condição física e psíquica.

A população mundial está envelhecendo e a tendência é que tenhamos grande parte da população idosa ativa, isso significa uma mudança de

paradigmas para toda a indústria e para nós, lighting designers, um grande desafio. Uma pergunta crítica e relevante nesse processo é em relação à importância da escuridão na regulação do nosso ritmo circadiano. Esta também é uma questão de mudança de paradigmas, uma vez que a profissão de lighting designer é uma especialização em iluminação e não em escuridão. Mas será possível alcançar uma iluminação de qualidade, em termos de bem-estar e de estímulo ao ritmo circadiano, sem a projeção e o planejamento da escuridão? É papel do lighting designer também planejar a escuridão dos ambientes? É preciso se colocar no lugar do usuário para entendermos melhor essas questões, e isso abriria outra discussão a respeito do design centrado no ser humano (human-centered design).

Um trabalho intenso entre a indústria e os institutos de pesquisa se faz necessário. E a nossa participação como lighting designers neste processo é essencial para ajudar a definir o futuro e a qualidade da iluminação que queremos ter. ◀



Magna Ferreira Schulz

é lighting designer com mestrado em iluminação arquitetural pela Universidade de Wismar, na Alemanha. Iniciou sua carreira no escritório do designer alemão Ingo Maurer e trabalha atualmente como designer autônoma, em Munique. Para saber mais: www.magnaferreira.com.

Nota do editor:
Parte deste texto foi extraída da tese de mestrado de Magna Ferreira Schulz intitulada "Iluminação, conforto e saúde em clínicas e hospitais - acústica e iluminação promovendo autonomia, orientação e privacidade em quartos compartilhados", do curso de Desenho Industrial da Universidade Técnica de Munique.

1 - Genetic Science Learning Center, "The Time Of Our Lives," Learn.Genetics, 2014. Retrieved: September 30, 2014 from: <http://learn.genetics.utah.edu/content/inheritance/clockgenes/>.
2 - Heinrich J. 2011 Influence of indoor factors in dwellings on the development of childhood asthma. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 2010, 214:1-25, p. 3.
3 - Lichtwissen 19. Light and Health - Impact of Light in Human beings. Licht.de Fördergemeinschaft Gutes Licht. Germany, 2010, 6ff. Retrieved September 30, 2014 from www.licht.de.
4 - Glyckman, G., et al. 2003. Inferior retinal light exposure is more effective than superior exposure in suppressing melatonin in humans. Journal of biological rhythms: Vol. 18, p. 4.
5 - Environmental Health Perspectives • volume 118 | number 1 | January 2010, p.25, Retrieved March 28, 2015 from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2831986/pdf/ehp-118-a22.pdf>.
6 - Rhea, Mark. Light and Human Health: EPRI/LRO 5th International Lighting Research Symposium, The Lighting Research Office of the Electric Power Research Institute. Palo Alto, CA. 2002: p. 1ff.
7 - Bizjak, Grega. Nonvisual effects of light. Laboratory of Lighting and Photometry Faculty of Electrical Engineering. University of Ljubljana 2010, p. 12f.
8 - Holzman DC. What's in a Color? The Unique Human Health Effects of Blue Light. Environmental Health Perspectives. 2010;118(1):A22-A27.
9 - <http://sun-lightsolutions.com/our-products/bio-adaptive-lighting>. (retrieved on March 28, 2015)
10 - Mercola. Light Therapy Promising for Treating Major Depression, January 26, 2011, Archives of General Psychiatry January 2011, retrieved March 28, 2015 from <http://sun-lightsolutions.com/our-products/bio-adaptive-lighting>.
11 - Lichtwissen 19. Light and Health - Impact of Light in Human beings. Licht.de Fördergemeinschaft Gutes Licht. Germany, 2010, p. 8ff. Retrieved on September 30, 2014 from www.licht.de.
12 - Glyckman, G., et al. 2003. Inferior retinal light exposure is more effective than superior exposure in suppressing melatonin in humans. Journal of biological rhythms: Vol. 18, p. 4.
13 - Joseph, Anjali. The impact of light on outcomes in healthcare settings. The Center for Health Design. Issue Paper #2 August. CA, USA, 2006 p. 5.
14 - <http://luxreview.com/article/and-now-natural-light-makes-nurses-laugh>. (retrieved on March 28, 2015)
15 - Olson DM, Borel CO, Laskowitz DT, et al: Quiet time: A nursing intervention to promote sleep in neurocritical care units. Am J Crit Care. 2001, p. 10(2):74-78
16 - Crepeau, Bullough, Figueiro et al. Naval Submarine Medical Research Laboratory, Groton, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, NY. Lighting as a circadian rhythm-entraining and alertness enhancing stimulus in the submarine environment, p.4. Retrieved on March 28, 2015 from <http://cogprints.org/6574/1/059-uhsis06.pdf>.
17 - Stevens R., Brainard G., et al. Breast Cancer and Circadian Disruption From Electric Lighting in the Modern World. CA CANCER J CLIN, CA: A Cancer Journal for Clinicians, 2014;64:207-218, doi: 10.3322/caac.21218. Available online at cancerjournal.com. VOLUME 64 NUMBER 3 MAY/JUNE 2014, p. 209ff.
18 - International Agency for Research on Cancer, Press release nr. 180, 2007. ARC Monographs Programme finds cancer hazards associated with shiftwork, painting and firefighting. Retrieved on March 28, 2015 from <http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2007/pr180.html>.