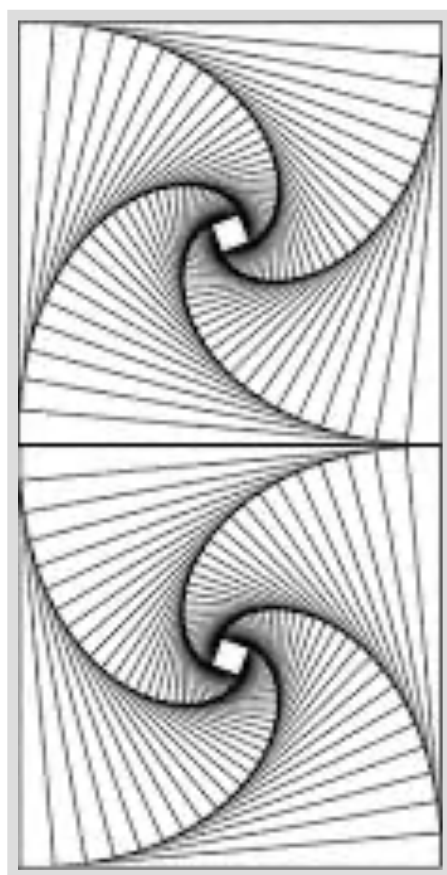


Deveríamos acordar com as galinhas? Iluminação integrada à longevidade saudável e o olhar envelhecido

Ciro Férrer Herbster Albuquerque



A luz é considerada um fator crucial para que os seres vivos sintam e percebam o ambiente ao seu redor. Antes mesmo da aparição do homem moderno, seus ancestrais foram adaptados para serem ativos durante o dia, dedicando-se à caça, coleta e outras atividades de sobrevivência, e a buscar refúgio à noite para descansar e se preparar para um novo dia.

O costume cultural de “acordar com as galinhas”, especialmente em zonas rurais, adveio dos ancestrais caçadores-coletores. A influência da iluminação na fisiologia humana é tão significativa que, em determinados ambientes, pode afetar tanto o humor quanto o bem-estar. Edifícios que integram a luz natural e artificial têm o potencial de enriquecer as percepções sensoriais e atender às necessidades humanas, promovendo uma vida mais harmoniosa em aspectos biológicos, psicológicos e sociais com o ambiente natural.

Em todo o mundo, observa-se que o aumento da estimulação visual noturna, proporcionado por fontes de luz artificial, em detrimento à exposição limitada à luz diurna, tem comprometido a regulação natural dos ritmos biológicos no corpo humano.

Consequentemente, mecanismos naturais, como o sono, são dificultados ou prejudicados, resultando em severos danos à saúde humana. Dentre os efeitos observados, estão a irritabilidade, diminuição do desempenho no trabalho, desregulação hormonal, transtornos neurodegenerativos e o desenvolvimento de neoplasias, com impactos detectáveis em curto, médio e longo prazo (Nakamura *et al.*, 2011).

A má qualidade ou a privação do sono é comparável a uma pandemia na sociedade contemporânea, especialmente em zonas urbanas, comprometendo a saúde humana em diferentes escalas. Uma pesquisa realizada pela *Philips*, intitulada “*Wake Up Call: Global Sleep Satisfaction*” com 13 mil participantes ao redor do mundo, revelou que 60% estavam insatisfeitos com a qualidade do

sono (Philips, 2020). No Brasil, o isolamento social em 2020 resultou em um aumento de 33.688 casos de insônia entre jovens, sendo que 70% relataram uma degradação no estado de saúde mental. Em 2023, a Fiocruz reportou que 7 em cada 10 brasileiros enfrentam distúrbios do sono diariamente, especialmente a insônia (Bacelar *et al.*, 2023; Moller *et al.*, 2023).

Neste contexto, a incorporação de estratégias de iluminação integrativa em ambientes internos torna-se fundamental para melhorar a qualidade do sono e, consequentemente, a longevidade dos ocupantes de uma edificação. Presume-se que uma abordagem integrativa, centrada no usuário, seja promissora para mitigar os efeitos nocivos da exposição excessiva à luz artificial sobre o ser humano.

O conceito foi estabelecido pela Comissão Internacional de Iluminação em 2020 e propõem considerar os efeitos biológicos, emocionais e visuais na arquitetura e no design do ambiente construído. Assim, a revisão de literatura proposta pelo presente estudo visa destacar estratégias de design de iluminação integrativa, baseadas em evidências, que auxiliem na manutenção dos ritmos biológicos humanos. Espera-se que os direcionamentos propostos melhorem a qualidade do sono e, consequentemente, a saúde e qualidade de vida dos usuários.

Ritmos circadianos, influência da luz e qualidade do sono

Para implementar efetivamente estratégias de Iluminação Integrativa, é essencial compreender a função e a importância dos ritmos biológicos, especialmente o ciclo claro-escuro, um ciclo circadiano fundamental para a vitalidade humana e altamente influenciado pela luz. Com esse entendimento, as estratégias de design integrativo se tornam mais impactantes para os projetos de iluminação técnica.

Ritmicidade Circadiana

O tempo, marcado pela rotação diária da Terra, regula o ciclo natural claro-escuro e influencia fenômenos como a temperatura ambiental e as marés. Durante o dia, na fase clara, os mamíferos estão ativos e alertas; à noite, na fase escura, predominam o sono e a inatividade. A Cronobiologia estuda esses e outros ritmos biológicos, estabelecendo conexões entre a saúde e o design arquitetônico.

Os ritmos circadianos, que duram cerca de 24 horas mesmo sob condições ambientais constantes, são universais em organismos vivos, desde bactérias até humanos. O termo "circadiano" deriva do latim "circa", que significa "cerca de", e "diano", que significa "dia" (Farhaud *et al.*, 2018; Tsuchiya *et al.*, 2020). Esses ritmos incluem variações no ciclo sono-vigília, temperatura corporal, frequência cardíaca, pressão arterial, padrão alimentar, metabolismo, secreção hormonal, respostas imunológicas e funções neuronais. Nos mamíferos, o núcleo supraquiasmático (SCN) no hipotálamo atua como um relógio central, regulando esses ritmos em resposta à luz (Pariollaud *et al.*, 2020).

O entendimento da ritmicidade circadiana evoluiu significativamente com a descoberta de fotorreceptores não visuais na retina em 2002, responsáveis por enviar informações luminosas do ambiente para o organismo, desempenhando um papel crucial no sistema de regulação circadiana que vai além da visão (Fortin *et al.*, 2023). Até então, acreditava-se que a retina era composta apenas por duas estruturas visuais: os cones, responsáveis pela visão das cores, precisão, centralidade e detalhamento do mundo externo; e os bastonetes, responsáveis pela visão periférica (lateral) e pela adaptação visual à disponibilidade de luz (Pariollaud *et al.*, 2020).

Relações de fase entre os ritmos circadianos

Os ritmos circadianos, como o ciclo sono-vigília, são essenciais para a saúde e o bem-estar. A sincronia entre ausência de luz, ruído sonoro e baixa temperatura ambiente facilita a produção de melatonina pela glândula pineal, hormônio essencial para a indução do sono (Araújo *et al.*, 2020). Antes mesmo do nascer do sol, o cortisol, produzido nas glândulas suprarrenais, que estão localizadas acima dos rins, auxilia no despertar do indivíduo, regulando o estresse e mantendo estáveis os níveis de açúcar no sangue e a pressão arterial, por exemplo (Dibner, 2020). Alterações nas fases desses ritmos podem desencadear desajustes circadianos, resultando em cronorruptura ou dessincronização, frequentemente causadas pelo uso prolongado de iluminação artificial e mudanças nos padrões de trabalho e descanso (Ruan *et al.*, 2021).

Sono, Iluminação e Comprometimento da Vitalidade Humana

A biologia do ser humano foi programada durante 200 mil anos para acordar com a luz solar e dormir com anoitecer. Apenas em 1879, ou seja, 144 anos atrás, a luz elétrica foi descoberta. A introdução da luz elétrica alterou profundamente o ritmo circadiano. O sono, deveria estar presente em 1/3 da vida humana, é considerado essencial para a restauração física e mental. Ele inclui as fases NREM e REM, ambas vitais para a consolidação de memórias e funções cognitivas (Akermann; Rasch, 2014; Logan; Mcclung, 2018).

Atualmente, a qualidade do sono tem sido comprometida por vários fatores, incluindo o trabalho em turnos e a exposição contínua à luz artificial, aumentando o risco de várias doenças. Dada a crescente prevalência de problemas de sono e o uso de medicamentos para dormir, especialmente em certos grupos demográficos, torna-se crucial adotar a Iluminação Integrativa nos espaços construídos para preservar a saúde e prolongar a longevidade dos ocupantes (Ruan *et al.*, 2021; Dibner, 2020). Tratando-se da presença ou da ausência de luz, o horário de exposição ao estímulo luminoso pode auxiliar ou comprometer as fases dos ritmos circadianos, em especial, o ciclo do sono.

O despertar para iluminação integrativa

A iluminação integrativa adapta-se aos ciclos naturais do organismo, alinhando-se com as variações da luz natural externa. Esse sistema, que incorpora tanto

os efeitos visuais quanto não visuais, fornece benefícios fisiológicos e psicológicos significativos, conforme indicado pela International Commission on Illumination (CIE) em 2020. A abordagem abrange efeitos visuais, emocionais e biológicos e se integra nas etapas de design, operação e instalação da iluminação, sendo sinônimo de "Iluminação Circadiana" e "Iluminação Centrada no Usuário" (ISO/CIE, 2023).

Medição da Iluminação Integrativa

Conforme a Certificação WELL Building Standard, a iluminação integrativa é medida em "lux melanópico", descrito como Equivalent Melanopic Lux (EML). Este método quantifica o impacto biológico da luz, enfocando a resposta das células ganglionares da retina, diferentemente do lux tradicional que mede a resposta dos cones e bastonetes (WELL, 2020).

Parâmetros de Iluminação Importantes

Os parâmetros que influenciam o sistema não visual incluem a quantidade de luz (iluminância), a temperatura de cor, a Distribuição Espectral de Potência (SPD), o horário e a duração da exposição, além da distribuição espacial (direcionalidade).

Direcionalidade da Luz

A direcionalidade deve considerar os fotorreceptores ganglionares distribuídos pela retina, sensíveis principalmente nas regiões nasal e inferior. Para estimulação circadiana eficaz, a iluminação deve vir de cima durante o dia, como a luz solar, e de baixo durante a noite, com luzes de temperaturas de cor mais quentes recomendadas para o período noturno (2700K a 1300K) (Busatto *et al.*, 2020).

Desafios e Cuidados com a Luz Azul

A iluminação LED, comum em sistemas contemporâneos, emite luz azul (380 a 500 nm), essencial ao amanhecer e para os fotorreceptores melanópicos. Contudo, a exposição prolongada a este espectro pode causar degeneração macular, fadiga visual e insônia, enfatizando a necessidade de um uso cuidadoso e planejado deste tipo de luz (Houser; Sposito, 2021).

Iluminação integrativa, aplicabilidade e qualidade do sono

Quando aplicada de forma correta, a iluminação integrativa passa a permear cinco critérios: contribuir para o bem-estar humano; obter maior conforto visual; regular os ritmos circadianos; melhorar o humor; iluminar de forma dinâmica o interior das edificações. Portanto, para mitigar os efeitos da captação insuficiente de luz no período da manhã e exposição exacerbada da luz elétrica durante a noite, foram evidenciadas cientificamente estratégias de iluminação integrativa que mostraram-se eficientes em beneficiar a qualidade do sono. Vale ressaltar que a ritmicidade circadiana varia de acordo com as etapas de

vida do ser humano, logo cada etapa demanda uma estratégia especial (Houser; Esposito, 2021).

Luz durante a gestação

Durante a gestação, os ritmos circadianos do feto estão diretamente vinculados aos da mãe por meio do útero. Qualquer privação de sono ou desregulação circadiana prolongada por parte da mãe poderá causar danos ao desenvolvimento fetal devido ao desbalanço interno da melatonina, cortisol, dopamina e temperatura interna. Manter o correto estímulo luminoso no período da manhã (exposição a luz solar e luzes elétricas entre 6500 K a 2700 K) e pouca presença de luz azul à noite (utilizar balizadores noturnos de baixa intensidade nos quartos e luminárias que projetam a luz de baixo para cima) favorecem a manutenção dos ritmos internos da mãe e, consequentemente, o desenvolvimento saudável do feto durante os 9 meses (Houser; Esposito, 2021).

Tendo em vista que aproximadamente 11% a 13% das mulheres grávidas sofrem de depressão, o estudo publicado na *BMJ Open* (2020) evidencia que a *Bright Light Therapy - BLT* é um tratamento promissor - ver Figura 05. Ela combina a disponibilidade direta de luz estimulante, eficácia suficiente, baixo custo e alta segurança para mãe e filho. Os escores médios de depressão diminuíram de 40,6% a 53,1% após o *BLT* (Bais *et al.*, 2020). Na *BLT*, a fonte de luz pode ser natural, como a luz solar, quando disponível; ou artificial, como uma lâmpada de espectro total a 10.000 lux ou viseira portátil com intensidade de luz adequada à visão. O tratamento é diariamente cronometrado, com duração de exposição recomendada no período da manhã de 15 a 30 minutos (Stanford University, 2023).

Luz para bebês

Após o nascimento, a ritmicidade circadiana do bebê ainda está em pleno desenvolvimento. A produção e captação neuronal plena de melatonina no sistema nervoso do bebê só ocorre entre o 3º e 4º mês de vida (Tenenbojm *et al.*, 2010). Dessa forma, a única forma de regular os ritmos circadianos do bebê é a partir do leite materno, que contém a melatonina quando produzido no período noturno. Quando a mãe se expõe às quantidades desejadas de luz durante o dia, a amamentação possibilita a entrada da melatonina no organismo do bebê, regulando seu sono e, consequentemente, o desenvolvimento biológico saudável. Após esse período, o quarto do bebê deve permitir a entrada da iluminação natural durante o dia e conter pouca luz estimulante (luz azul) no período noturno.

Luz para crianças e adolescentes

O uso excessivo de telas digitais, como celulares e televisores por crianças e adolescentes compromete potencialmente tanto a estrutura ocular quanto a regulação hormonal desse público. A constante supressão da melatonina no período noturno pelo uso excessivo de telas impossibilita a produção correta do

hormônio do crescimento (GH), principal responsável pelo desenvolvimento metabólico, cognitivo, ósseo e muscular da criança (Blume *et al.*, 2019).

Em espaços educacionais, o implemento de sistemas de iluminação dimerizada, conhecida como “*Tunable White*”, evidenciou aumento no desempenho cognitivo, aprendizado e atenção. Esse sistema possibilita variabilidade da temperatura da cor correlata e, portanto, dos componentes azuis ao longo do dia. Também é conhecido como “Iluminação Circadiana” ou “Iluminação de 24h” por tentar mimetizar as alterações da luz solar durante o dia. Geralmente variam entre 2700k a 6500k e isso é feito utilizando-se dois LEDs com temperatura de cor diferente. São misturados em proporções diferentes a depender da hora do dia (Nassan; Videnovic, 2021).

O estudo feito com 152 jovens adultos. Nele, quatro luzes elétricas (1900K, 3000K, 4000K e 6600K) foram usadas para avaliar mudanças biológicas em modelos humanos e ratos - ver Figura 09. Em comparação com outras três luzes artificiais de alta temperatura de cor, a luz de 1900K Full Spectrum apresentou: melhorias na promoção da secreção de melatonina e glutamato; melhorias na qualidade do sono; proteção estrutural do olho humano; aumento no potencial de cicatrização e regeneração capilar (Lin *et al.*, 2019).

Luz para adultos

No ambiente de trabalho, sistemas de iluminação dimerizada também passam a ser promissores na saúde dos funcionários. Estudos mostram que o sistema de “*Tunable White*” promoveu acentuada diminuição do absenteísmo por problemáticas de saúde, aumento da produtividade individual e em equipe, criatividade e relações sociais prazerosas no ambiente empresarial - ver Figura 11. Ademais, verificou-se melhorias no sono dos funcionários (Katabaro; Yan, 2019).

Além do sistema “*Tunable White*”, verificou-se que o aumento do estímulo luminoso no interior de ambientes industriais durante o dia permitiu melhorias efetivas na produção. A quantidade de luz geral no período da manhã aumentou de 300lux para 2.000lux no ambiente industrial, evidenciando: 16% de aumento no desempenho da tarefa; redução de 29% no número de rejeições; e 52% de redução de acidentes (Van Bommel *et al.*, 2002).

Ademais, o complexo estudo europeu avaliou os efeitos da iluminação integrativa antes e após sua aplicação no ambiente educacional de funcionários e alunos com TEA e TDAH. Foram evidenciados: 15% melhor desempenho cognitivo em alunos; custos de saúde e educação reduzidos em 10% devido ao melhor comportamento e atenção do TDAH; 18% de melhora na eficácia do tratamento para transtornos mentais; aumento de mais de dois anos na permanência dos funcionários (Kearney, 2015).

Luz para pessoas idosas

Após os 60 anos, modificações estruturais no globo ocular passam a ser mais

expressivas quando comparadas às que ocorrem na fase adulta. O olhar envelhecido passa a ter maior sensibilidade, menor acuidade visual, menor abertura da pupila e captação de luz do meio externo (Chang; Guarente, 2013). O amarelecimento do cristalino promove a menor captação do espectro da luz azul presente no sol e nos ambientes internos ao longo do dia, o que torna necessário o incremento na disponibilização de luz natural intercalada com o aumento da intensidade na iluminação em espaços internos, como na cozinha — auxiliar no corte e na escolha de alimentos para o preparo de refeições —, na sala de estar — promover melhorias durante a leitura —, no escritório — melhorar o desempenho durante treinamentos cognitivos —, dentre outras situações (Farajnia *et al.*, 2012).

A pouca exposição à iluminação solar junto à falta do planejamento lumínico de ambientes internos para pessoas idosas a médio e a curto prazo podem desencadear o processo de cronorruptura¹ do ciclo circadiano. Dessa forma, tais usuários do espaço construídos passam a dormir menos, possuem baixa eficiência do sono, aumento do despertar noturno, da latência do sono e maiores níveis de sonolência diurna por não captarem de forma efetiva os estímulos de luz diários (Feinsiler *et al.*, 2017; Mattis *et al.*, 2016).

Aplicações em ambientes residenciais

A fim de propiciar maior autonomia e independência ao idoso em sua própria residência, Barrett *et al.* (2018) considera que:

- I) O aumento do nível geral de iluminação na mesa de jantar, além de melhorar o contraste visual dos utensílios de mesa, estimula a mobilidade dentro de casa, além de aumentar o nível de concentração e disposição durante a permanência no ambiente (Figura 1);
- II) Na ausência de luz solar, em especial no outono, a exposição ao BLT no período matinal mostra-se promissora na diminuição de transtornos depressivos;
- III) A aplicação noturna da luz de vigília em dormitórios favorece o deslocamento seguro do idoso até o banheiro. Além de fornecer direcionalidade e segurança visual, essa iluminação não interrompe a síntese de melatonina durante a noite por estar vindo de baixo e possuir uma intensidade baixa, além da cor âmbar;

¹ A cronorruptura, também conhecida como disrupção ou perturbação do ritmo circadiano, refere-se ao desalinhamento entre os ritmos biológicos internos de um organismo e os ciclos ambientais externos, como os ciclos de luz e escuridão. Esse fenômeno ocorre quando há uma interferência ou modificação nos ritmos circadianos naturais de um indivíduo, que são essenciais para regular muitos processos fisiológicos e comportamentais, incluindo o ciclo sono-vigília (Figueiró *et al.*, 2019).

- IV)** Por estimular a caminhabilidade e propiciar a execução funcional e qualitativa no ambiente doméstico, a iluminação integrativa passa a postergar possíveis quadros neurodegenerativos, bem como a qualidade de vida mesmo após o diagnóstico de quadros demenciais.



Figura 1. Uso do sistema de “Tunable White” na sala de jantar da casa.
Fonte: loxone.com (2022).

Aplicações em Instituições de Longa Permanência para Idosos (ILPIs)

Ao serem levados para ILPIs, pessoas idosas saudáveis e com quadros demenciais passam a ser, na maioria dos casos, expostas a menos estímulos ambientais; menor prática de atividade física, bem como menor exposição a estímulos luminosos, reverberando em comprometimento do ciclo sono-vigília e, possivelmente, no aumento dos sintomas neurodegenerativos (Jiang; Zhou; Han, 2022). Em quadros demenciais, como a Doença de Alzheimer (DA), os transtornos dos ritmos circadianos tornam-se comuns, desencadeando distúrbios do sono e oscilação de humor.

Devido ao comprometimento do sistema nervoso, contrastes de iluminação significativos no piso podem “congelar” o andar do idoso com Doença de Parkinson (DP); e a presença de sombras podem ocasionar alucinações em idosos com DA (Figueiró *et al.*, 2019). Dessa forma, a iluminação bem planejada e integrada ao ritmo circadiano, quando cuidadosamente especificada e implementada, pode propiciar melhorias no humor, no sono e diminuição dos transtornos comportamentais presentes em pacientes com quadros de demência (Figueiró *et al.*, 2019; Barret *et al.*, 2018)

Saúde ocular a longo prazo

Pesquisadores da *King's College London* constataram uma significativa correlação entre a visão atual e a exposição à luz solar ao longo da vida. Nesse estudo, foram feitos exames de visão e entrevistas com mais de 3.100 europeus idosos. A entrevista envolvia perguntas sobre educação, carreira e o tempo passado em ambientes externos durante os estágios da vida. Conclui-se que a maior presença de luz natural entre 14 e 19 anos representou 25% menos probabilidade de desenvolver miopia na meia-idade (Trattler *et al.*, 2017).

Considerações finais

Por muito tempo, presenciou-se uma ruptura entre a luz do dia e a iluminação elétrica. O sistema de iluminação integrativa surge para integrar as duas, propiciando o equilíbrio biológico comumente a longevidade da humanidade. A iluminação integrativa, embora ainda em evolução, deixou de ser apenas um sonho, passando a compor um novo sistema de medição técnica, normativas de aplicação e uma crescente demanda industrial por tecnologias lumínicas condizentes com seus parâmetros.

O futuro da iluminação interior e exterior certamente reside neste equilíbrio entre luz natural de qualidade e luz elétrica trabalhando em harmonia para apoiar a adaptação circadiana da biologia humana.

De maneira interdisciplinar, projetistas, profissionais da saúde, políticos e economistas devem fomentar estratégias que facilitem a aplicação desta nova prática lumínica em residenciais, escolas, hospitais, ILPIs, dentre outros ambientes. Criar espaços saudáveis, confortáveis, produtivos e que permitam a longevidade dos ocupantes se tornam cada vez mais essenciais na composição do envelhecimento saudável e sustentável.

Referências

ACKERMANN, S.; RASCH, B. Differential Effects of Non-REM and REM Sleep on Memory Consolidation? *Current Neurology and Neurosc. Reports*, 2014.

ARAÚJO, M. F. S. *et al.* Factors associated with sleep problems and sleeping pill use in Brazilians. *Revista de Saúde Pública*, v. 56, 25 jul. 2022.

BAIS, B. *et al.* Effects of bright light therapy for depression during pregnancy: a randomised, double-blind controlled trial. *BMJ Open*, v. 10, n. 10, p. e038030, out. 2020.

BARRETT, S. *et al.* Integrated motivational interviewing and cognitive behaviour therapy for lifestyle mediators of overweight and obesity in community-dwelling adults: a systematic review and meta-analyses. *BMC Public Health*, 2018.

BLUME, C.; GARBAZZA, C.; SPITSCHAN, M. Effects of light on human circadian rhythms, sleep and mood. *Somnologie : Schlafforschung und Schlafmedizin = Somnology. Sleep Research and Sleep Medicine*, 2019.

BUSATTO, N. *et al.* Application of Different Circadian Lighting Metrics in a Health Residence. *Journal of Daylighting*, v. 7, n. 1, p. 13–24, jun. 2020.

CHANG, H.-C.; GUARENTE, L. SIRT1 Mediates Central Circadian Control in the SCN by a Mechanism that Decays with Aging. *Cell*, v. 153, n. 7, 2013.

DIBNER, C. The importance of being rhythmic: Living in harmony with your body clocks. *Acta Physiologica*, v. 228, n. 1, 3 maio 2019.

FARAJNIA, S. *et al.* Evidence for Neuronal Desynchrony in the Aged Suprachiasmatic Nucleus Clock. *Journal of Neuroscience*, v. 32, n. 17, p. 5891–5899, 25 abr. 2012.

FIGUEIRO, M. G. *et al.* Effects of a Tailored Lighting Intervention on Sleep Quality, Rest–Activity, Mood, and Behavior in Older Adults With Alzheimer Disease and Related Dementias: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, v. 15, n. 12, p. 1757–1767, 15 dez. 2019.

FORTIN, B. M. *et al.* Circadian clocks in health and disease: Dissecting the roles of the biological pacemaker in cancer. *F1000Research*, v. 12, p. 116, 2023.

FU, X. *et al.* The Effect of Correlated Color Temperature and Illumination Level of LED Lighting on Visual Comfort during Sustained Attention Activities. *Sustainability*, v. 15, n. 4, p. 3826, 20 fev. 2023.

HOUSER, K. W.; ESPOSITO, T. Human-Centric Lighting: Foundational Considerations and a Five-Step Design Process. *Frontiers in Neurology*, 2021.

ISO/CIE, TR 21783:2022 | ISO/CIE TR 21783. *Light and lighting — Integrative lighting — Non-visual effects*. Interior lighting, ISO, 2022.

JIANG, L.; ZHOU, B.; HAN, H. Effects of light on sleep in older adults: a scoping review. *Interdisciplinary Nursing Research*, v. 1, n. 1, p. 59–67, nov. 2022.

KATABARO, J. M.; YAN, Y. Effects of Lighting Quality on Working Efficiency of Workers in Office Building in Tanzania. *Journal of Environmental and Public Health*, v. 2019, p. 1–12, 14 nov. 2019.

KEARNEY, A. T. *Quantified benefits of Human Centric Lighting Human Centric Lighting*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.lightingeurope.org/images/publications/general/150420_From_Barriers_to_Measures_-_Final_Results_-_Complete_vF_004.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2024.

LIN, J. *et al.* Several biological benefits of the low color temperature light-emitting diodes based normal indoor lighting source. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, 17 maio 2019.

LOGAN, R. W.; MCCLUNG, C. A. Rhythms of life: circadian disruption and brain disorders across the lifespan. *Nature Reviews Neuroscience*, v. 20, n. 1, p. 49–65, 20 nov. 2018.

MATTIS, J.; SEHGAL, A. Circadian Rhythms, Sleep, and Disorders of Aging. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, v. 27, n. 4, p. 192–203, abr. 2016.

MOLLERI, N. *et al.* Survey of the Adequacy of Brazilian Children and Adolescents to the 24-Hour Movement Guidelines before and during the COVID-19 Pandemic. *Arca Fiocruz*, 2023.

NAKAMURA, T. J. *et al.* Age-Related Decline in Circadian Output. *Journal of Neuroscience*, v. 31, n. 28, p. 10201–10205, 13 jul. 2011.

NASSAN, M.; VIDENOVIC, A. Circadian rhythms in neurodegenerative disorders. *Nature Reviews Neurology*, 10 nov. 2021.

PARIOLLAUD, M.; LAMIA, K. A. Cancer in the Fourth Dimension: What Is the Impact of Circadian Disruption? *Cancer Discovery*, v.10, n.10, 2020.

PHILIPS, Global Sleep Survey. *Wake up call: global sleep satisfaction trends*. Koninklijke Philips N.V, 2020.

RUAN, W.; YUAN, X.; ELTZSCHIG, H. K. Circadian rhythm as a therapeutic target. *Nature Reviews Drug Discovery*, v. 20, n. 4, p. 287–307, 15 fev. 2021.

BACELAR, A. *et al.* Insomnia symptoms during the covid-19 pandemic: a case-control study. *Revista de Saúde Pública*, v. 57, p. 8s, 26 maio 2023.

STANFORD UNIVERSITY, Health Care. Bright Light Therapy - BLT. *Mental Health Resources at Stanford*, 2023.

TENENBOJM, E. *et al.* Causas de insônia nos primeiros anos de vida e repercussão nas mães: atualização. *Rev. Paulista de Pediatria*, v. 28, 2010.

TRATTLER, W. B. *et al.* The Prospective Health Assessment of Cataract Patients 'Ocular Surface (PHACO) study: the effect of dry eye. *Clinical Ophthalmology*, v. Volume 11, p. 1423–1430, ago. 2017.

TSUCHIYA, Y.; UMEMURA, Y.; YAGITA, K. Circadian clock and cancer: From a viewpoint of cellular differentiation. *International Journal of Urology*, 2020.

VAN BOMMEL, I.; VAN DEN BELD, I.; VAN OUYEN, I. *Industrial lighting and productivity*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.pecnw.com/wp-content/uploads/2021/02/industrial_lighting_and_productivity.pdf>. Acesso em: 2 maio. 2024.

WELL, International Building Institute. *Circadian Lighting Design*. Explore the Standard, Version Q4, 2020.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Data de recebimento: 02/05/2024; Data de aceite: 10/06/2024

Ciro Férrer Herbster Albuquerque. Arquiteto e Urbanista, Consultor e Mestrando em Arquitetura, Urbanismo e Design na Universidade Federal do Ceará (UFC). Pós-Graduação Estudos em Geriatria e Gerontologia | Neurociência aplicada à Aprendizagem (Instituto Líbano) | NeuroArquitetura (IPOG). E-mail: ciro.ferrer@hotmail.com.