"XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído"
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Luz, saúde e qualidade de vida em Instituição de Longa Permanência para Idosos

Light, health and quality of life in a Long-Stay Institution for the Elderly

DSc. Patrizia Di Trapano
PROARQ/UFRJ| Rio de Janeiro | Brasil | patrizia@eba.ufrj.br
DSc. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos
PROARQ/UFRJ| Rio de Janeiro | Brasil | leopoldo.bastos@fau.ufrj.br

Resumo
O objetivo desse estudo é investigar às questões da iluminação integrativa e seus critérios específicos em uma ILPI. Como metodologia foi realizada uma investigação em campo envolvendo as seguintes etapas: fotos; análise das áreas de convivência e quarto padrão; aferição através de medições realizadas com espectrofotômetro das condições da iluminação natural e das fontes de luz elétrica. Como resultado, foi verificado que a casa apresenta potencial circadiano através da luz natural. Entretanto, a luz elétrica precisa ser implementada de forma mais dinâmica, além de maiores cuidados com a iluminação noturna dos quartos.

Palavras-chave: Iluminação Integrativa. Iluminação Natural. Iluminação Elétrica. Qualidade de Vida. Idoso.

Abstract
The aim of this study is to investigate the issues of integrative lighting and its specific criteria in a Long-Stay Institution for the Elderly. As methodology, a field investigation was carried out involving the following steps: photos; analysis of living areas and bedrooms; measurement scans performed with spectrophotometer of natural lighting conditions and electric light sources. As a result, it was verified that the house presents circadian potential through natural light. However, electric light needs to be implemented more dynamically, in addition to greater care for the night lighting of the rooms.

Keywords: *Integrative Lighting. Natural Lighting. Electric Lighting. Quality of Life. Elderly.*

Como citar:
DI TRAPANO, P. BASTOS, L. G. Luz, Saúde e Qualidade de Vida em Instituições de Longa Permanência para Idosos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. XXX-XXX.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento ativo e saudável, além de um desejo universal, é um direito assegurado na Política Nacional de Saúde da Pessoa Idosa - Brasil. Lei No 8.842, 1994, e proposta para implantação mundial pela Organização Mundial de Saúde [1]

A ANVISA [2] - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ligada da Ministério da Saúde, em sua Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) número 283, de 26 de setembro de 2005, definiu o conceito de ILPI - Instituição de Longa Permanência para Idosos como "instituições governamentais ou não governamentais, de caráter residencial, destinada a domicílio coletivo de pessoas com idade igual ou superior a 60 anos, com ou sem suporte familiar, em condição de liberdade e dignidade e cidadania".

As mudanças fisiológicas no sistema visual advindas da idade avançada interferem na acuidade visual, sensibilidade ao contraste, diferenciação de cores dentre outras. Além disso, com o envelhecimento existe a diminuição da capacidade de sincronizar o ritmo circadiano com o ambiente externo, trazendo consequências como o declinio de atenção, funcionamento cognitivo, humor e problemas com o sono.

Nesse sentido, o objetivo desse estudo é investigar às questões da iluminação integrativa e seus critérios específicos em uma ILPI. Para atender o objetivo foi realizado um estudo em campo numa ILPI situada na Vargem Pequena - Rio de Janeiro. A metodologia envolveu as seguintes etapas: levantamento fotográfico; análise das áreas de convivência e quarto; aferição através de medições com o espectrofotômetro das condições da iluminação natural, análise das fontes de luz elétrica; comparação do resultado da medição com a certificação WELL-Lux Melanópico Equivalente (EML), para a condição de aproveitamento da luz natural.

DESENVOLVIMENTO

Estudos identificaram que na retina existem células ganglionares intrinsecamente fotossensíveis (ipRGC- *Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells*), e que contém a proteína melanopsina, fotopigmento que existe dentro da estrutura do globo ocular (retina), que é sensível à luz em comprimentos de onda de 484nm [3]; isto indica que fisiologicamente a luz tem uma influência para além das funções relacionadas somente à visão. A melanopsina proteica que está contida nessas células, é estimulada por essa luz, fazendo com que o núcleo supraquiasmático (SCN) - o ponto de controle central do cérebro - receba estímulos. Este estímulo é transmitido através da conexão entre a retina e o hipotálamo, onde o SCN está localizado. Essa identificação confirma que a influência da luz está além da melhoria da acuidade visual e do bem-estar, impactando nos ciclos do corpo humano e na produção hormonal e, consequentemente, influenciando a saúde humana.

A partir deste conhecimento, os estudos se voltaram para entender como diferentes intensidades e cores de fontes luminosas influenciam no ciclo circadiano, nas

diferentes horas do dia. Para que se alcance uma sincronização positiva, faz-se necessário a presença de luz azul na parte da manhã e luz amarela, de menor intensidade ao final do dia, sendo a luz capaz de responder por diferentes níveis de ativação mental, importantes para o ser humano.[4]

O conceito de iluminação integrativa foi definido pela CIE na normativa CIE S 017/E:2020 [5]. O objetivo da criação desta normativa foi criar o Vocabulário Internacional de Iluminação (ILV) a fim de padronizar a utilização de símbolos e terminologias relacionadas à iluminação. A definição de iluminação integrativa CIE 17-29-028 seria a iluminação que integra os efeitos visuais e não visuais, produzindo benefícios fisiológicos e/ou psicológicos para humanos.

No contexto científico atual, pesquisadores buscam novas metodologias que ofereçam aos luminotécnicos ferramentas para projetar incluindo o conceito de Iluminação Integrativa, considerando o impacto no sistema não visual humano. Para isso, métricas diferentes daquelas que utilizam a iluminância como variável de projeto estão sendo desenvolvidas e testadas, pois a regulação circadiana é influenciada de uma forma diferente do que a visão pela luz.

A métrica EML foi desenvolvida pela University of Manchester, em Manchester no Reino Unido, utilizando como base a norma alemã DIN SPEC 5031-100:2015 e incorporado a certificação WELL [6]. Esta métrica também é utilizada pelo novo padrão CIE S026/E:2018 [7], e possui uma ferramenta para que, a partir da composição espectral de determinada fonte de luz e a aferição da iluminância na altura do olho (plano vertical), seja possível obter a porção que incide nas ipRGCs (células ganglionares intrinsecamente fotossensíveis), denominado Lux Melanópico.

Com relação a iluminação elétrica, especificamente as fontes em LED, o espectro de luz azul maior nesse tipo de fonte luminosa, pode afetar diretamente as funções biológicas, causando a supressão da melatonina, se utilizado à noite e por longos períodos, alterando o funcionamento do sistema circadiano.

DIRETRIZES PARA ILUMINAR OS ESPAÇOS PARA IDOSOS

O envelhecimento normal causa uma perda geral no relógio circadiano, ocasionando, entre outras consequências, o aumento da fragmentação do sono, aumento da frequência de cochilos, mudanças de fase do sono, com avanço de 1 hora mais cedo por dia (tendência a deitar cedo e levantar cedo), maior fadiga diurna, alteração nos sincronizadores sociais (rotinas de alimentação, sono, atividades físicas e outras) com tendência à escolha de horários mais precoces de dormir e acordar, dessincronização interna e externa [8]. Além do sono, a cronoruptura também pode afetar a digestão, o funcionamento do intestino, causar enxaquecas, dores de cabeça, irritabilidade, depressão, deficiências no sistema imunológico, fadiga crônica, obesidade e diabetes [9].

Segundo Figueiro et al. [10], os níveis de luz em ambientes usados por idosos devem ser aumentados em pelo menos duas ou três vezes em relação aos níveis

recomendados para os mais jovens. Estudos usando luz branca na parte da manhã demonstraram que o tratamento pode ajudar a reduzir o impacto negativo do envelhecimento nos ritmos circadianos, melhorando a qualidade e quantidade de sono em idosos, incluindo aqueles com Alzheimer (DA). Fetveit et al. [11] demonstrou que a exposição por 2 horas a luz na parte da manhã durante duas semanas melhorou a eficiência do sono em idosos em ILPI. Alessi et al. [12] mostrou que cinco dias consecutivos de 30 minutos de exposição à luz solar, o aumento da atividade física, a regulação do horário de dormir e o controle de luz e ruído à noite resultou em uma diminuição significativa no sono diurno em pacientes.

À noite, não se deve utilizar mais do que 60 lux no plano do olho, de fontes sem efeito circadiano (espectro com componente azul menor e temperatura de cor correlata mais baixa). Figueiro [13] recomenda também um esquema de iluminação noturna para reduzir o risco de quedas e para fornecer informações sobre o ambiente local de pelo menos 5 lux no plano do olho de luz âmbar, ou com temperatura de cor 2700K.

As lâmpadas vistas ao longo da linha de visão devem ser protegidas por luminárias com grelhas ou recuadas a fim de evitar o ofuscamento. Persianas, cortinas, telas solares, são importantes para minimizar o brilho das janelas.

Para se alcançar um sistema de iluminação voltado para os idosos que envolva luz, saúde e qualidade de vida deve-se pensar, segundo Rossi [9], em sistemas dinâmicos que apresentem possibilidade de mudança do desempenho luminoso ao longo do tempo de acordo com a luz natural e baseado nas diferentes atividades desenvolvidas nos espaços.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA: O CASO DA ILPI "CASAMINHA RESIDENCIAL"

A estrutura física está situada na Estrada dos Bandeirantes 13.905, Vargem Pequena – Rio de Janeiro – RJ. É composta por uma sede de 400 m² usada para área de convivência e vila com 21 apartamentos individuais e duplos, construídos em área de 3.000 m² (Figura 1).

Para esse estudo foram selecionados um quarto padrão e as duas salas de convivência. Foi realizada uma visita à instituição no dia 24/11/2021. A pesquisa foi desenvolvida entre novembro/2021 e janeiro/2022. Não havia condições de se visitar a casa antes pois, devido à pandemia, não foi permitido pela direção. O objetivo da visita foi realizar algumas medições com o espectrofotômetro[1] das condições da iluminação natural nas áreas citadas, e realizar uma análise qualitativa da luz elétrica.

Para a realização das medições foi utilizado o espectrofotômetro *Lighting Passport Standard da Asensetek* (Figura 2). Foi escolhida para esse trabalho a métrica EML (*Equivalent Melanopic Lux*) que é utilizada pelo novo padrão CIE S026/E:2018 [7]. Essa métrica possui uma ferramenta que, a partir da composição espectral de determinada

[1] O espectrofotômetro é um instrumento que mede a intensidade de radiação para cada comprimento de onda numa região do espectro eletromagnético, ger. no espectro visível.

fonte de luz e a aferição da iluminância na altura do olho (plano vertical), é possível obter a porção que incide nas ipRGCs (células ganglionares intrinsecamente fotossensíveis), denominado Lux Melanópico e incorporado a certificação WELL [14]. A iluminância, para ser convertida em razão melanópica (R) deve ser mensurada no plano vertical, ao nível do olho do ocupante (EV), simulando a entrada de luz.

Figura 1: Implantação



Fonte: https://casaminharesidencial.com.br/localizacao/
Acesso em: 15 dezembro 2021

Figura 2: Medição da iluminância no plano vertical com o espectrofotômetro da Asensetek





Fonte: Autora no dia 24/11/2021

A certificação WELL, para facilitar a sua aplicação, propõe uma constante de cálculo (R), a qual é multiplicada pelo valor de lux fotópico (L) para que se obtenha o valor em EML.

Portanto, o cálculo se desenvolve a partir da equação: EML = L x R, onde:

EML = Lux Melanópico Equivalente (EML)

L = Lux Fotópico (lux)

R =Razão Melanópica

Para o cálculo do EML, o arquivo *Melanopic Ratio* [15] é disponibilizado, como uma ferramenta de planilha de Excel. O projetista insere a lâmpada ou fonte de luz com suas características de espectro, denominada Distribuição Espectral de Potência Radiante (DEP) ou *Spectral Power Distribution* (SPD). A planilha de cálculo determina a constante que deverá ser multiplicada pelo valor de iluminância em lux (Lux Fotópico) determinado no ambiente, resultando no valor em EML.

Através das medições realizadas com o espectrofotômetro, foi determinada a distribuição espectral de potência radiante (DEP) para cada ponto de medição. Esses valores foram inseridos no arquivo *"Melanopic Ratio"* [15]. A calculadora permitiu inserir os dados da radiância espectral de acordo com os comprimentos de onda (λ), no valor compreendido entre 380 nm e 860 nm, a cada 5 nm.

O quadro 1 mostra os resultados das medições nos espaços destinados à análise. Em cada um dos pontos escolhidos nos ambientes, foram levantados o lux fotópico - Illuminance (lx), a Temperatura de Cor Correlata CCT (K) [2], Índice de Reprodução de Cores CRI (Ra) [3], Re (R1-R15) [4] e o *Melanopic Ratio*. Devido a limitação de páginas deste artigo, serão escolhidos os pontos mais relevantes para serem discutidos.

Quadro 1: Medições Espectrometria Casaminha

Medição	Local	Altura	Obs.	CCT(K)	CRI(Ra)	Re (R1~R15)	Iluminância (Lux)	Melanopic Ratio	EML
1	Quarto	1,14m	Vertical	4824	91	87	524	0,842	441
2	Quarto	0,62m	Horizontal	5866	92	89	412	0,962	396
3	Quarto	0,62m	Horizontal	5137	95	93	193	0,917	177
4	Sala conveniência 1	0,87m	Vertical	3159	90	86	96	0,589	56
5	Sala conveniência 2	0,97m	Vertical	4201	95	93	227	0,792	180

Fonte: Autora

Os valores mínimos de EML levam em consideração a presença de luz natural, luz elétrica e luz elétrica + natural em espaços regularmente ocupados. As medições da CasaMinha priorizaram a luz natural. O ideal seria um retorno à noite para avaliação da iluminação elétrica. O objetivo principal desse estudo foi a análise da luz natural, devido a sincronização do sistema circadiano que regula o ciclo de sono/vigília, e que apresenta sensibilidade aumentada para luz de comprimento de onda curta (azul). Seu melhor aproveitamento se dá no período entre 9:00 e 13:00. Apesar das medições terem sido feitas entre 15:00 e 16:00hs, no dia 24/11/2021, estas servirão como análise do potencial circadiano da casa. Houve muita dificuldade de encontrar um

[2] CCT (Correlated Colour Temperature) refere-se à aparência da cor da fonte de luz em relação à referência (corpo negro) medida na escala de Kelvin.

[3] CRI (Colour Rendering Index) - O sistema usado hoje, para avaliação de cores é o CIE (Commission Internationale de L'eclairage) Color Rending Indez (CRI), conhecido no Brasil como Índice de Reprodução de Cor (ICR). Ele utiliza 15 amostras de cores, onde cada uma delas possui seu próprio valor. A média das 8 primeiras cores (R1 a R8) é considerada no cálculo do IRC, resultando em um índice normalmente identificado como Ra.

[4] Re (R1-R15) – Considera a média das 15 amostras de cores, onde cada uma delas possui seu próprio valor.

horário para a visita. O melhor horário para as medições era o da manhã, porém não se obteve permissão devido ao período de banho de sol dos idosos, e a impossibilidade de termos contato físico com eles.

Segundo a certificação WELL [14], os valores mínimos para a EML são de 150 EML com luz elétrica e 136 EML com luz natural para que a edificação alcance 1 ponto. Para que a edificação alcance 3 pontos, seria preciso o mínimo de 240 EML com luz elétrica e 218 EML com luz natural. Esses números foram usados como referência para os resultados das medições de luz natural.

QUARTO PADRÃO

O quarto padrão apresenta fachada voltada para sudeste, recebendo maior insolação no horário da manhã. A janela deste espaço faz parte da "vila" e se comunica com o corredor externo (Figura 3).

Figura 3: Quarto padrão (à esquerda acima), Vista externa da vila (à direita acima), Planta esquemática com marcação dos pontos de medição (à esquerda abaixo)



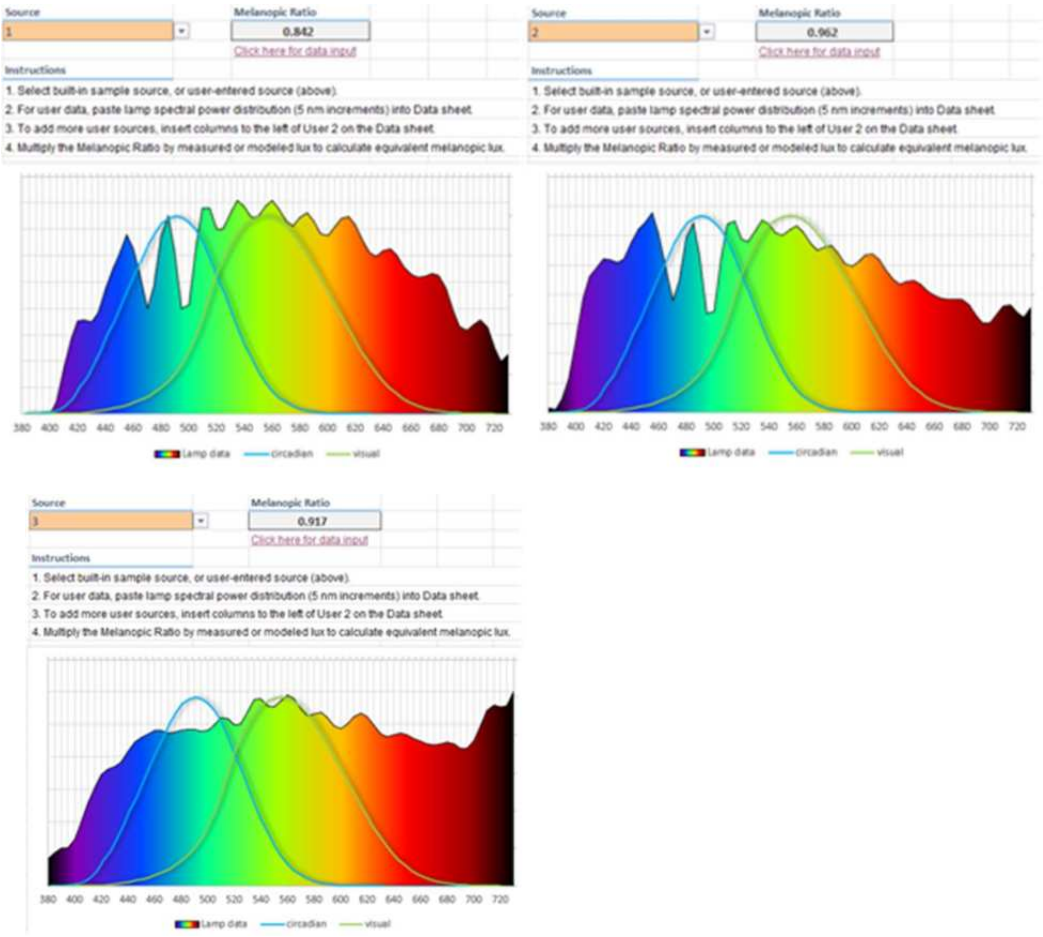
Fonte: Autora

O único ponto de iluminação elétrica do quarto é do ventilador, com temperatura de cor em torno de 5.000K. Não existe nenhum tipo de iluminação para orientação do idoso ao se levantar à noite, isso poderia ser feito com balizadores baixos. A porta do banheiro também poderia ter alguma iluminação no seu batente, feita com uma fita de LED com baixa intensidade. Esses cuidados diminuiriam o risco de quedas, e seriam de melhor aceitação e conforto visual, pois diminuem o ofuscamento e retiram do ponto central do teto a função de iluminação para orientação.

Observa-se que os pontos 2 e 3 estão na posição horizontal, como se o idoso estivesse deitado. Por se tratar de uma fachada voltada para sudeste, de sol da manhã, estes valores poderão ser verificados em futuras medições nos horários da manhã. A figura 4 mostra que, para o horário das 15:00, o espectro ainda apresenta quantidade de azul na faixa circadiana. Consultando o quadro 1 percebe-se que foi medida a quantidade de lux perpendicular ao olho e respectiva temperatura de cor, sendo no ponto 1 de 524lux (4.824K), ponto 2 de 412 lux (5.866K) e ponto 3 de 193 lux (5.137K).

Segundo Rea et al. [16], deve-se garantir na córnea pelo menos 400lux de luz natural ou luz elétrica com temperatura de cor de 6.500K; luz elétrica depois do pôr do sol com estímulo não-circadiano, valores menores que 100lux na córnea e temperatura de cor máxima de 2700K. Os valores de EML para os três pontos foram de 441, 396 e 177, comprovando o potencial circadiano do quarto. Essa questão é muito importante, pois mesmo o idoso que permanece muito tempo no quarto poderá se beneficiar da luz natural para regulação do ciclo circadiano. Entretanto sabe-se que o ideal para os idoso é permanecer no exterior nos horários da manhã.

Figura 4: Quarto Padrão – Espectro do ponto 1 (à esquerda acima), Espectro do ponto 2 (à direita acima), Espectro do ponto 3 (à esquerda abaixo)

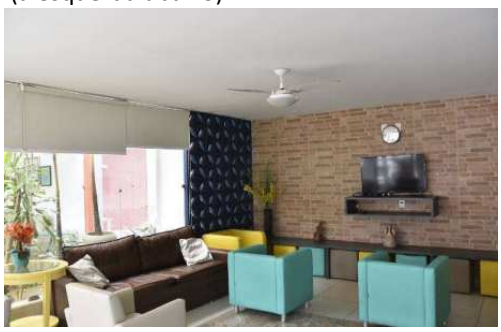


Fonte: Autora

ÁREA DE CONVIVÊNCIA

As duas salas de convivência fazem parte da antiga casa, e foram adaptadas para o novo programa (Figura 5). Foi criado um pequeno jardim interno para conforto e contato com a natureza. Este espaço é utilizado para pequenos encontros, comemorações e conversas entre os moradores. As salas apresentam grandes aberturas na fachada sudoeste, propiciando boa iluminação e ventilação. Entre as salas de convivência e o acesso à vila existe um espaço de transição descoberto, no qual são realizados alguns eventos comemorativos.

Figura 5: Sala de TV (à esquerda acima), Jardim interno (à direita acima), Espaço de transição (à esquerda abaixo)







Fonte autora

Com relação a iluminação elétrica das salas de convivência, a luz é estática, distribuída em luminárias redondas em LED, com temperatura de cor em torno de 5.000K. Não existe nenhuma diferenciação de fontes luminosas. Praticamente todos os espaços da ILPI apresentam o mesmo tipo de luminária. A iluminação elétrica existente tem a função de iluminar, mas não tem nenhuma outra intenção de criar espaços diferenciados.

Nas áreas de convivência foram escolhidos para a discussão os pontos 4 e 5 (Figura 6). Consultando o Quadro 1 observa-se que o ponto 4 apresenta temperatura de cor de 3.159K e iluminância vertical de 96 lux. O ponto 5 apresenta temperatura de cor de 4.201K e iluminância vertical de 227 lux. A medição foi realizada entre 15:40 e 16:00hs, as aberturas desta fachada estão localizadas a sudoeste, recebendo influência da insolação na parte da tarde. Quando se analisa o espectro do ponto 5, percebe-se que a faixa do azul está diminuindo, e a ênfase está mais para os vermelhos e amarelos, o que seria normal para o espectro de luz natural nesse horário da tarde (Figura 7). O

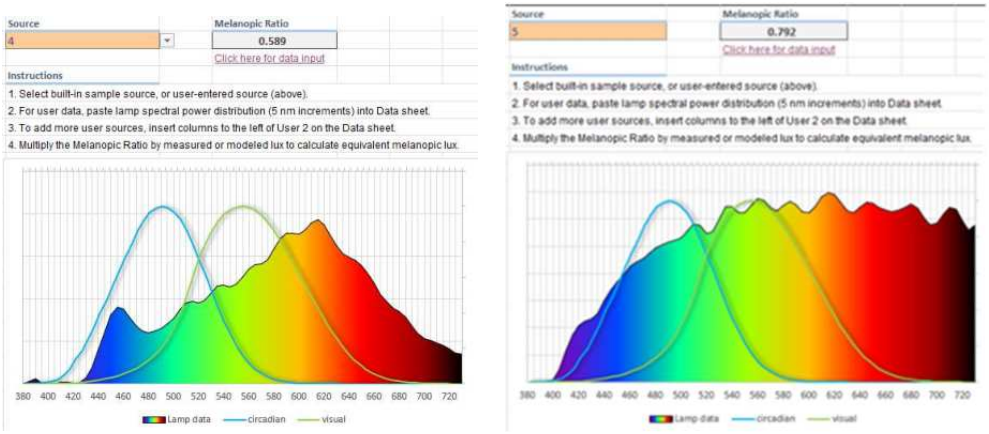
EML para esse horário no ponto 5 é de 180, comprovando que ainda existe sincronização circadiana neste local. Outras medições deverão ser feitas na parte da manhã para verificação. O ponto 4 não olha diretamente para fora, e as medições indicaram EML de 56 para esse horário.

Figura 6: Planta esquemática com marcação dos pontos de medição da área de convivência



Fonte: autora

Figura 7: Área de Convivência – Espectro do ponto 4 (à esquerda), Espectro do ponto 5 (à



Fonte: Autora

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O quadro abaixo nos mostra um resumo da situação de cada ponto medido.

Quadro 2: Resumo dos resultados das Medições Espectrometria Casaminha

Medição	Local	Altura	Obs.	CCT(K)	CRI(Ra)	Re (R1~R15)	Iluminância (Lux)	Melanopic Ratio	EML
1	Quarto	1,14m	Vertical	4824	91	87	524	0,842	441
Neste ponto às 15:00 foi obtida a iluminância de 524lux com temperatura de cor ainda alta de 4824K, mesmo o observador estando de costas para a janela. Fachada sudeste. A resposta de EML foi de 441. A certificação WELL pede um mínimo de 136EML. Medições no horário da manhã mostrarão resultados melhores.									
2	Quarto	0,62m	Horizontal	5866	92	89	412	0,962	396
Neste ponto às 15:10 foi obtida a iluminância de 412lux com temperatura de cor ainda alta de 5866K, com o observador na posição horizontal. Fachada sudeste. A resposta de EML foi de 396 devido a menor quantidade de lux. A certificação WELL pede um mínimo de 136EML. Medições no horário da manhã mostrarão resultados melhores.									
3	Quarto	0,62m	Horizontal	5137	95	93	193	0,917	177
Neste ponto às 15:20 foi obtida a iluminância de 193lux com temperatura de cor ainda alta de 5137K, com o observador na posição horizontal. Fachada sudeste. A resposta de EML foi de 177 devido a menor quantidade de lux). A certificação WELL pede um mínimo de 136EML. Medições no horário da manhã mostrarão resultados melhores.									
4	Sala conveniência 1	0,87m	Vertical	3159	90	86	96	0,589	56
Neste ponto às 15:40 foi obtida a iluminância de 96lux com temperatura de cor de 3159K, com o observador na posição vertical. Fachada sudoeste. A resposta de EML foi de 56 devido a pouca quantidade de lux. A certificação WELL pede um mínimo de 136EML. Medições no horário da manhã mostrarão resultados melhores.									
5	Sala conveniência 2	0,97m	Vertical	4201	95	93	227	0,792	180
Neste ponto às 16:00 foi obtida a iluminância de 227lux com temperatura de cor de 4201K, com o observador na posição vertical olhando para a janela. Fachada sudoeste. A resposta de EML foi de 180 devido a menor quantidade de lux. A certificação WELL pede um mínimo de 136EML. Medições no horário da manhã mostrarão resultados melhores.									

Fonte: Autora

CONCLUSÃO

A casa apresenta potencial circadiano para luz natural no quarto e nas salas de convivências na maioria dos pontos analisados. Isso foi um fator positivo porque todas as medições foram feitas à tarde, e sabe-se que o melhor horário para se obter esse resultado é das 9:00 às 13:00. Para complementação do estudo, faz-se necessário a análise do espectro da luz elétrica, para que possa ser analisado o efeito dessa luz no período noturno, além de medições da luz natural realizadas em horários da manhã. Sabe-se que as fontes em LED alcançam as metas da eficiência energética, porém maiores cuidados com relação ao ofuscamento e ao espectro noturno deverão ser tomados. As fontes de luz em LED não deveriam estar visíveis para o usuário, demandando tipologias de luminárias diferenciadas, tendo cuidado com o recuo e o facho da luminária. Além disso, não existe nenhum tipo de diferenciação da luz elétrica nos ambientes que pudesse propiciar mudança do desempenho luminoso ao longo do tempo de acordo com a luz natural e baseado nas diferentes atividades desenvolvidas nos espaços pelos idosos. Os quartos deveriam ter algum tipo de iluminação para orientação do idoso ao se levantar à noite. Esses cuidados minimizariam possíveis quedas.

REFERÊNCIAS

[1] OMS - World Health Organization. **Envelhecimento ativo: uma política de saúde / World Health Organization;** tradução Suzana Gontijo. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2005. 60p.: il. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/envelhecimento_ativo.pdf. Acesso em: 11 nov. 2021.

[2] ANVISA. **Resolução - RDC Nº 283**, de 26 de setembro de 2005.

[3] BERSON, D. M.; DUNN, F. A.; MOTAHARU, T. **Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock.** Science, v. 2002, n. 295, p. 1070-1073, 2002. Disponível em: https://science.sciencemag.org/content/295/5557/1070/tab-pdf. Acesso em: 06 março 2021.

[4] REA M. S.; FIGUEIRO M. G. **Light as a circadian stimulus for architectural lighting. Light Research Technology**, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311501267_Light_as_a_circadian_stimulus_for_architectural_lighting. Acesso em: 07/02/2021.

[5] CIE. CIE S 017:2020. **ILV: International Lighting Vocabulary,** 2nd edition, 2020. Disponível em: e-ILV | CIE. Acesso em: 06 março, 2021.

[6] IWBI. International WELL Building Institute WELL Building Standard V2**. 2021a**. Disponível em: https://v2.wellcertified.com/v/en/overview. Acesso em: 10 abril. 2021.

[7] CIE. CIE S026 – **System for metrology of optical radiation for IPRGC – influenced responses to light**, 2018. Disponível em: https://cie.co.at/publications/cie-system-metrology-optical-radiation-iprgc-influenced-responses-light-0. Acesso em: 06 março, 2021.

[8] GEIB, Lorena T. C. et al**. Sono e Envelhecimento**. Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul Artigos de Revisão - 25 (3) - Dez 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rprs/a/6g7HCGhWtMd5Fd9LvHbXgSz/abstract/?lang=pt

[9] ROSSI, Maurizio. **Circadian Lighting Design in the LED Er**a. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2019.

[10] FIGUEIRO, Mariana G., Saldo E., Rea S. M., Kubarek K., Cunningham J. **Developing Architectural Lighting Designs to Improve Sleep in Older Adults**. The Open Sleep Journal, 2008, 1, 40-51.

[11] FETVEIT A, Skjerve A, Bjorvatn B. Bright light treatment improves sleep in institutionalized elderly--an open trial. Int J Geriatr Psy-chiatry 2003; 18(6): 520-6. In: FIGUEIRO, Mariana G., Saldo E., Rea S. M., Kubarek K., Cunningham J. **Developing Architectural Lighting Designs to Improve Sleep in Older Adults**. The Open Sleep Journal, 2008, 1, p.43.

[12] ALESSI C, et al. Randomized, controlled trial of a nonpharmacological interven-tion to improve abnormal sleep/wake patterns in nursing home resi-dents. Am Geriatr Soc 2005; 53(5): 803-10. In: FIGUEIRO, Mariana G., Saldo E., Rea S. M., Kubarek K., Cunningham J. **Developing Architectural Lighting Designs to Improve Sleep in Older Adults**. The Open Sleep Journal, 2008, 1, p.43.

[13] FIGUEIRO, Mariana G. **A 24-hour lighting scheme for older adults.** (Online). Retrieved September 21 (2013): 2015. Acesso em: 13/12/2021.

[14] IWBI. International WELL Building Institute. **Circadian Lighting Design v2. 2021b.** Disponível em: https://v2.wellcertified.com/v/en/light/feature/3. Acesso em: 10 abril 2021.

[15] IWBI. International WELL Building Institute. **Appendix L1. 2021c.** Disponível em:. Acesso http://standard.wellcertified.com/sites/default/files/Melanopic%20Ratio.xlsx em: 15 agosto 2022.

[16] REA, M. S., et al. Modelling the spectral sensitivity of the human circadian system. Lighting Research Technology, 44 (4), 2012, 386-396. In: ROSSI, Maurizio. **Circadian Lighting Design in the LED Era**. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2019, p. 221.