

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE ARTES - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ARQUITETURA E URBANISMO

JULIANA PIMENTEL FREITAS

ILUMINAÇÃO INTEGRATIVA: ANÁLISE DE SALA DE TERAPIA RENAL
SUBSTITUTIVA

VITÓRIA-ES
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE ARTES - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ARQUITETURA E URBANISMO

JULIANA PIMENTEL FREITAS

ILUMINAÇÃO INTEGRATIVA: ANÁLISE DE SALA DE TERAPIA RENAL
SUBSTITUTIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Centro de Artes da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo na área de concentração “Patrimônio, sustentabilidade e tecnologia”.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Andrea Coelho Laranja

VITÓRIA-ES
2023

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

F862i Freitas, Juliana Pimentel, 1992-
Iluminação integrativa : análise de sala de terapia renal substitutiva / Juliana Pimentel Freitas. - 2023.
156 f. : il.

Orientadora: Andréa Coelho Laranja.
Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Artes.

1. Iluminação de interiores. 2. Hospitais - Projetos e construção.
3. Hemodiálise - Pacientes. 4. Conforto humano. 5. Ritmos circadianos. I. Laranja, Andréa Coelho. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Artes. III. Título.

CDU: 72

JULIANA PIMENTEL FREITAS

“ILUMINAÇÃO INTEGRATIVA: ANÁLISE DE SALA DE TERAPIA RENAL
SUBSTITUTIVA”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em
Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo,
como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura
e Urbanismo.

Aprovada em 31 de maio de 2023.

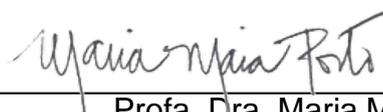
Comissão Examinadora

Documento assinado digitalmente
 ANDREA COELHO LARANJA
Data: 31/05/2023 11:47:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Andréa Coelho Laranja
(orientadora – PPGAU/UFES)

Documento assinado digitalmente
 EDNA APARECIDA NICO RODRIGUES
Data: 04/06/2023 17:07:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Edna Aparecida Nico Rodrigues
(membro interno – PPGAU/UFES)



Profa. Dra. Maria Maia Porto
(membro externo – UFRJ)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu amor e graça infinita.

À Andrea, que tanto admiro, por participar de mais uma etapa dessa jornada que se iniciou na graduação. Sua dedicação, carinho e confiança aumentaram minhas forças para prosseguir!

Ao Jader, por ser inspiração, cuidado e incentivo em todos os momentos.

À minha família, por todo apoio, amor e por tornar a caminhada mais leve.

Aos amigos que torceram e vibraram comigo a cada conquista até o fechamento deste ciclo.

À Edna e Maria, que prontamente aceitaram participar e contribuir com considerações tão valiosas.

À toda equipe da Unidade de Terapia Renal Substitutiva, em especial à Maria de Lurdes, por viabilizar as visitas e coleta de dados, bem como o fornecimento de informações relevantes ao desenvolvimento do trabalho.

À esta Universidade, e às equipes do PPGAU e do LPP, pela eficiência e dedicação na execução de seus trabalhos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

A iluminação no ambiente construído exerce influência sobre a saúde e o bem-estar humano, incluindo aspectos psicológicos e fisiológicos. Nesse sentido, em ambientes como as salas de diálise, a iluminação pode produzir efeitos positivos quando considerado o tempo de permanência do paciente neste espaço, bem como em relação ao estresse e a ansiedade associados à terapia. Dessa forma, a Iluminação Integrativa se mostra relevante para a análise integrada dos efeitos visuais e não visuais da luz. Considerando a especificidade do tema, o objetivo principal desta pesquisa consiste em analisar os efeitos da Iluminação Integrativa e a adequação desta em ambientes hospitalares, em específico as salas de diálise. Para isso, com base na literatura, foram elencadas e agrupadas questões relacionadas às características ambientais consideradas essenciais na promoção de uma Iluminação Integrativa, aqui denominados “categorias”: iluminância, espectro e temperatura de cor, e visão do exterior. Assim, a metodologia compreendeu duas fases. A primeira fase refere-se à elaboração de um *checklist* que abrange as categorias, os parâmetros de avaliação e os requisitos a serem atendidos. A segunda fase, por sua vez, consiste na apresentação dos procedimentos para análise dos itens do *checklist*, tendo como posterior objeto de aplicação e análise a sala de diálise da Unidade de Terapia Renal Substitutiva em São Mateus-ES. Como conclusão, observa-se que, para a “iluminância”, os parâmetros a serem analisados incluem o “sistema visual” (de acordo com as orientações normativas para desempenho) e o “sistema não visual” (de acordo com o que é estabelecido pelas métricas circadianas). Nesse sentido, infere-se que as condições ambientais em um espaço de saúde devem conciliar resultados satisfatórios que dizem respeito à segurança, desempenho visual e manutenção do ritmo circadiano. Para o “espectro e temperatura de cor”, observou-se o parâmetro “adequação e controle” como uma intenção de reproduzir, no ambiente interno, os benefícios proporcionados pela dinamicidade da luz natural. Assim, foi possível observar a relevância do acesso à luz natural no ambiente construído, sendo que a ausência desta pressupõe a existência de um sistema dinâmico de iluminação artificial. No que diz respeito à “visão do exterior”, foram estabelecidos os parâmetros “conteúdo” e “acesso” para análise da conexão instituída entre interior e exterior por meio da abertura. Assim, é possível concluir que tanto o conteúdo da vista quanto o acesso a esta se fazem necessários para garantir o bem-estar do ocupante, por meio do atendimento a requisitos relacionados às características do entorno, do material da abertura e de seus elementos, que qualificam o espaço interno ocupado. O fato de que muitos dos requisitos listados não foram atendidos pelas características da sala de diálise da UTRS permitiu compreender a necessidade de repensar o projeto arquitetônico para tais espaços, cuja ocupação se dá de forma tão significativa e prolongada.

Palavras-chave: Luz. Iluminação integrativa. Diálise. Sistema não visual.

ABSTRACT

Lighting in the built environment has an influence on human health and well-being, including psychological and physiological aspects. In this sense, in environments such as dialysis rooms, lighting can have positive effects when considering the patient's length of stay in this space, as well as in relation to the stress and anxiety associated with therapy. Thus, Integrative Lighting is relevant for the integrated analysis of the visual and non-visual effects of light. Considering the specificity of the theme, the main objective of this research is to analyze the effects of Integrative Lighting and its suitability in hospital environments, specifically dialysis rooms. For this, based on the literature, questions related to the environmental characteristics considered essential in the promotion of Integrative Lighting were listed and grouped, here called "categories": illuminance, spectrum and color temperature, and view from the outside. Thus, the methodology comprised two phases. The first phase refers to the elaboration of a checklist that covers the categories, the evaluation parameters and the requirements to be met. The second phase, in turn, consists of presenting the procedures for analyzing the checklist items, with the subsequent object of application and analysis being the dialysis room of the Renal Replacement Therapy Unit in São Mateus-ES. In conclusion, it is observed that for "illuminance", the parameters to be analyzed include the "visual system" (according to normative guidelines for performance) and the "non-visual system" (according to circadian metrics). In this sense, it is inferred that environmental conditions in a healthcare space must reconcile satisfactory results that concern safety, visual performance, and maintenance of the circadian rhythm. For "spectrum and color temperature", the parameter "adequacy and control" was observed as an intention to reproduce, in the indoor environment, the benefits provided by the dynamism of natural light. Thus, the relevance of access to natural light in the built environment was observed, with its absence presupposing the existence of a dynamic system of artificial lighting. With regard to the "exterior view", the parameters "content" and "access" were established for the analysis of the connection established between the interior and exterior through the opening. Thus, it is possible to conclude that both the content of the view and access to it are necessary to ensure the occupant's well-being through the fulfillment of requirements related to the characteristics of the surroundings, the opening material, and its elements that qualify the occupied interior space. The fact that many of the listed requirements were not met by the characteristics of the dialysis room of the UTRS allowed us to understand the need to rethink the architectural design for such spaces, whose occupation is so significant and prolonged.

Keywords: Light. Integrative lighting. Dialysis. Non-visual system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Royal Naval Hospital, Inglaterra, 1756-1764. (a) planta; (b) croqui.	24
Figura 2 - Ottawa Civic Hospital, Canadá. (a) planta; (b) corte; (c) croqui.	24
Figura 3 – Sala de diálise equipada com poltronas, maquinas de diálise e aparelhos de TV.	27
Figura 4 - Camadas da retina.....	29
Figura 5 - Comparativo entre espectros de duas fontes LED com diferentes temperaturas de cor correlatas (TCC). À esquerda, está representada a distribuição espectral para um LED de 2800K, à direita, para um LED de 4000K.	46
Figura 6 - Propriedades das fontes artificiais de iluminação.	47
Figura 7 - Aparência e temperatura de cor da luz conforme as horas do dia. ...	48
Figura 8 - Organograma: etapas metodológicas – elaboração do checklist.	51
Figura 9 - Organograma: Aplicação do <i>checklist</i> – Iluminância.....	52
Figura 10 - Organograma: Aplicação do <i>checklist</i> – Espectro e temperatura de cor.	53
Figura 11 - Organograma: Aplicação do checklist – Visão do exterior.....	54
Figura 12 - Variação da composição espectral da lâmpada ao longo do dia. ..	59
Figura 13 – Vista para pátio interno/átrio.	61
Figura 14 - Clareza da imagem <i>versus</i> imagem distorcida pelo material da abertura.....	66
Figura 15 - Painéis com tecidos de cores diferentes para avaliação da clareza da vista.....	69
Figura 16 - Implantação do edifício destacada em vermelho; localização da sala no edifício em amarelo.	79
Figura 17 - Dimensões da sala de diálise estudada com <i>layout</i> (cadeiras).....	80
Figura 18 - Localização das janelas e características das superfícies da sala.	81
Figura 19 - Pontos de iluminação com posicionamento das lâmpadas L1, L2 e L3 no teto da sala de diálise estudada.	82
Figura 20 - Ferramenta <i>CS Calculator</i>	85
Figura 21 – Posicionamentos para verificação do requisito "Abertura da trama".	88

Figura 22 - Posicionamentos para verificação do requisito "Posicionamento dos montantes".....	90
Figura 23 - Referência para cálculo: acima, ângulos verticais; abaixo, ângulos horizontais.....	91
Figura 24 - Acima, planta baixa da sala com <i>layout</i> (destaque para região selecionada para análise); abaixo, perspectiva com informações de altura dos planos de cálculo.....	94
Figura 25 – À esquerda, planta baixa da sala de diálise (destaque para a região de estudo selecionada e posicionamento das cadeiras e luminárias); à direita, respectivos valores de E_v e E_h obtidos em cada cadeira para SL1, SL2 e SL3.	95
Figura 26 - Valores de CS obtidos comparado aos valores recomendados (padrão) para cada cadeira.	98
Figura 27 - Planta baixa da sala de diálise estudada com <i>layout</i> (cadeiras)..	105
Figura 28 - Conteúdo da vista através da janela JE. Na figura da esquerda, registro a partir do interior da abertura; na figura da direita, registro a partir do exterior da abertura.	106
Figura 29 - Conteúdo da vista através da janela JC. Na figura da esquerda, registro a partir do interior da abertura; na figura da direita, registro a partir do exterior da abertura.	107
Figura 30 - Conteúdo da vista através da janela JD. Na figura da esquerda, registro a partir do interior da abertura; na figura da direita, registro a partir do exterior da abertura.	108
Figura 31 – Película espelhada das janelas JE e JC; película translúcida/opaca da JD.....	109
Figura 32 - Implantação do edifício destacada em vermelho; localização da sala no edifício em amarelo.	110
Figura 33 - Acesso à vista para cada cadeira – destaque para as cadeiras com linha de visão direta.	111
Figura 34 – Janela lateral esquerda durante o dia; janela lateral direita durante o dia; janela central à noite.....	112
Figura 35 – Análise dos ângulos de visão para a janela central.....	115
Figura 36 - Vista, corte esquemático e carta solar para a fachada oeste da edificação (janela da esquerda).	117

Figura 37 - Corredor coberto contíguo à janela da direita (fachada leste). 118

Figura 38 - Carta solar para a fachada Norte da edificação (janela central). . 119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Publicações nos últimos 20 anos (2000-2020) para “daylight” AND “health”	32
Tabela 2 - Iluminação para pessoas ativas durante o dia.	56
Tabela 3 - Valores de CS durante o dia para quartos de paciente.	57
Tabela 4 - Características da lâmpada selecionada para cada cenário.	82
Tabela 5 - Características da lâmpada selecionada para cada cenário.	95
Tabela 6 - Valores de EML obtidos.	97
Tabela 7 - Espectro das fontes de luz artificial existentes na sala.	101
Tabela 8 - Temperatura de cor das fontes de luz artificial existentes na sala.	102
Tabela 9 - Ângulos de visão externa para a janela do corredor central.	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Efeitos do LED na saúde humana.....	41
Quadro 2 - Sistema visual.	55
Quadro 3 - Sistema não visual.	57
Quadro 4 - Adequação e controle.	59
Quadro 5 - Conteúdo da vista a partir da abertura.	62
Quadro 6 - Implantação no terreno para qualidade da vista.	64
Quadro 7 - Percentual de ocupação e acesso à vista.	66
Quadro 8 - Características do material da abertura.	67
Quadro 9 - Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – abertura da trama.....	69
Quadro 10 - Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – cor.	70
Quadro 11 - Posicionamento dos montantes.	72
Quadro 12 - Ângulos de visão externos em função das dimensões da janela.	73
Quadro 13 - Distanciamento da vista.	75
Quadro 14 - Proporção área de janela/parede.	76
Quadro 15 - <i>Checklist</i> para a Iluminação Integrativa.....	77
Quadro 16 - Resultados do <i>checklist</i> para a categoria "Iluminância".	99
Quadro 17 - Aparência de cor das lâmpadas e da luz natural nos horários visitados.	103
Quadro 18 - Resultados do <i>checklist</i> para a categoria "Espectro e temperatura de cor".	104
Quadro 19 – Resultados do <i>checklist</i> para o parâmetro “Conteúdo” da categoria "Visão do exterior".	110
Quadro 20 - Resultados do <i>checklist</i> para o parâmetro “Acesso” da categoria "Visão do exterior".	119

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de publicações sobre o ambiente “HOSPITAL”.....	33
Gráfico 2 - Número de publicações sobre diferentes faixas etárias: “NEWBORN”, “CHILDREN”, “ELDERLY”.....	34
Gráfico 3 - Número de publicações sobre possíveis efeitos positivos: “WELL- BEING” e “RECOVERY”.	35

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANSI	American National Standards Institute
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CEN	<i>Comité Européen de Normalisation</i>
CS	<i>Circadian Stimulus</i>
DEP	Distribuição Espectral de Potência
DRC	Doença Renal Crônica
Eh	Iluminância horizontal
Em	Iluminância mantida
EML	<i>Equivalent Melanopic Lux</i>
Ev	Iluminância Vertical
HRAS	Hospital Roberto Arnizaut Silvaes
IES	Illuminating Engineering Society
ipRGC	<i>Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells</i>
IWBI	International WELL Building Institute
LED	Light Emitting Diode
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
TCC	Temperatura de cor correlata
UTRS	Unidade de Terapia Renal Substitutiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVOS.....	20
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	21
2	ARQUITETURA HOSPITALAR	23
2.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE O AMBIENTE HOSPITALAR	23
2.2	NORMAS PARA A ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES HOSPITALARES.....	25
2.3	O ESPAÇO FÍSICO E O PACIENTE NEFROLÓGICO	27
3	LUZ E SAÚDE	29
3.1	O SISTEMA VISUAL HUMANO E AS FUNÇÕES NEURAIS DA RETINA	29
3.2	LUZ NATURAL E SAÚDE	31
	3.2.1 Panorama da produção científica	31
	3.2.2 Impactos da luz natural na saúde humana	36
3.3	LUZ ARTIFICIAL E SAÚDE.....	38
	3.3.1 Impactos da luz artificial na saúde humana	38
	3.3.2 LED e saúde: panorama da produção científica	39
4	ILUMINAÇÃO INTEGRATIVA	43
4.1	CONCEITUAÇÃO	43
4.2	ILUMINÂNCIA.....	44
4.3	ESPECTRO E TEMPERATURA DE COR.....	45
4.4	VISÃO DO EXTERIOR.....	48
5	METODOLOGIA	50
5.1	ELABORAÇÃO DO CHECKLIST	54
	5.1.1 <i>Categoria 1: Iluminância</i>	55
	5.1.2 <i>Categoria 2: Espectro e temperatura de cor</i>	58
	5.1.3 <i>Categoria 3: Visão do exterior</i>	60
5.2	PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS ITENS DO CHECKLIST	79
	5.2.1 Caracterização do objeto	79
	5.2.2 Iluminância	83
	5.2.3 Espectro e temperatura de cor	85

5.2.4	<i>Visão do exterior</i>	86
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS	93
6.1	ILUMINÂNCIA.....	93
6.1.1	<i>Valores de Iluminância no plano de trabalho</i>	93
6.1.2	<i>Valores de EML e CS (estímulo circadiano)</i>	96
6.2	ESPECTRO E TEMPERATURA DE COR.....	100
6.2.1	<i>Adequação e controle - Espectro</i>	100
6.2.2	<i>Adequação e controle – Temperatura de cor</i>	102
6.3	VISÃO DO EXTERIOR.....	104
6.3.1	<i>Conteúdo da Vista a partir da abertura</i>	104
6.3.2	<i>Implantação no terreno para qualidade da vista</i>	109
6.3.3	<i>Percentual de ocupação e acesso à vista</i>	111
6.3.4	<i>Características do material da abertura</i>	112
6.3.5	<i>Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – abertura da trama</i>	113
6.3.6	<i>Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – cor</i>	113
6.3.7	<i>Posicionamento dos montantes</i>	114
6.3.8	<i>Ângulos de visão externa em função das dimensões da janela</i>	114
6.3.9	<i>Distanciamento da vista</i>	116
6.3.10	<i>Proporção área de janela/parede</i>	116
7	CONCLUSÕES	121
7.1	CONCLUSÕES DOS CAPÍTULOS DA PESQUISA.....	121
7.2	CONCLUSÕES SOBRE A PRIMEIRA FASE DA METODOLOGIA: ELABORAÇÃO DO CHECKLIST.....	124
7.3	CONCLUSÕES SOBRE A SEGUNDA FASE DA METODOLOGIA: APLICAÇÃO DO CHECKLIST.....	125
7.4	PRINCIPAIS CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	126
7.5	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	127
	REFERÊNCIAS	128
8	APÊNDICES	139

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo refere-se à introdução da pesquisa, com apresentação do problema e justificativa, bem como objetivos e estrutura do trabalho.

1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

As relações existentes entre iluminação e ambiente construído vão além dos parâmetros de desempenho conhecidos acerca de quantidade, variação e distribuição da luz. A iluminação exerce influência na saúde humana em diversos níveis, atuando sobre aspectos psicológicos e também sobre o processo fisiológico de regulação circadiana.

As pesquisas em torno do tema têm obtido um lugar de grande importância no cenário da produção científica, como observado por Dias *et al.* (2015). Tal questão está relacionada à descoberta, há mais de duas décadas, da melanopsina, uma proteína fotorreceptiva presente no olho humano, nas células retiniais ganglionares intrinsecamente fotossensíveis (ipRGC) (PROVENCIO *et al.*, 2000; BERSON *et al.*, 2002). Essa descoberta, acompanhada da exploração do tema, permitiu uma melhor compreensão acerca dos processos de regulação circadiana e suas relações com a iluminação no ambiente construído.

O tema pode ser considerado relevante não apenas do ponto de vista da abordagem teórica, mas também do ponto de vista prático no âmbito do exercício da arquitetura (BOYCE, 2010). Especialmente no que se refere à arquitetura dos ambientes de saúde, poucos são os exemplos de espaços pensados conforme a experiência do usuário que, em situação de vulnerabilidade, permanece nestes locais por um período de tempo considerável.

Nesse sentido, as diretrizes que orientam o processo de projeto, até o momento, têm como foco o desempenho seguro e satisfatório de tarefas, nesse

caso inerente ao ambiente hospitalar, para que sejam supridas as necessidades clínicas destes pacientes (ABNT, 2013). Por outro lado, não são consideradas a percepção e satisfação destes no contexto físico-espacial, bem como seus desdobramentos.

Sendo assim, é importante considerar a exposição à luz natural e artificial, bem como outros fatores ambientais, aos quais estão submetidos os ocupantes de ambientes hospitalares de longa permanência, em especial os pacientes em terapia renal substitutiva, bem como os efeitos relacionados à experiência do usuário em tais espaços.

No que diz respeito à luz natural, pesquisas destacam as relações positivas entre o estado de saúde e sua disponibilidade no ambiente interno. Altomonte (2008), Joarder *et al.* (2009), Baloch *et al.* (2021) e LI *et al.* (2022), em seus estudos, tratam a luz como importante fator benéfico de influência em aspectos fisiológicos, psicológicos e comportamentais do ser humano.

Nesse sentido, o papel terapêutico da luz natural em pacientes que passam por longos períodos de internação tem sido explorado em diversos trabalhos (PARK *et al.*, 2018; BESBAS *et al.*, 2022; LI *et al.*, 2022). Nestas pesquisas, leva-se em consideração a exposição dos pacientes ao ciclo claro-escuro correspondente a condição natural das 24 horas do dia e os possíveis efeitos decorrentes dessa exposição. Dentre estes trabalhos pode-se citar o desenvolvido por Park *et al.* (2018), onde foi possível observar uma redução no tempo de internação de um grupo de 38788 pacientes acamados próximos a uma janela, em comparação ao tempo de internação de um segundo grupo de 46233 pacientes localizados próximo a uma porta, com iluminação restrita.

Por outro lado, a necessidade de se estabelecer condições artificiais de iluminação durante diferentes horários do dia, como em hospitais e outros estabelecimentos que desempenham atividades noturnas, acabam acarretando alterações no ritmo das funções biológicas do ser humano. Martau e Scarazzato (2009) alertam que, ao contrário da luz natural, a luz artificial não é capaz de equilibrar as reações fisiológicas desencadeadas no sistema nervoso central, o qual por sua vez libera substâncias associadas ao estresse sendo elas produzidas pela concentração de luz azul.

Por esse motivo, a exposição a uma iluminação artificial estática, sem variações, tem sido avaliada quando utilizada como única fonte de iluminação. Representantes significativos quando se trata de iluminação artificial, os Diodos Emissores de Luz, ou *LEDs*, podem representar alto potencial de impacto sobre os ritmos circadianos e danos à retina, dada a elevada concentração de energia nos comprimentos de onda curtos relativos à luz azul (HAIM e ZUBIDAT, 2015).

Nesse sentido, é importante compreender as características e a fotossensibilidade do sistema visual humano, bem como o mecanismo responsável pelos efeitos não visuais decorrentes da exposição à luz. Assim, a pesquisa se justifica a partir da necessidade de ampliar estudos dessa natureza em contextos específicos. Além disso, existe o fato de que ambientes de longa permanência e que desempenham atividades em diferentes horários do dia, como as salas de diálise, se projetados sob a ótica da Iluminação Integrativa, podem influenciar positivamente no bem-estar e conforto de seus ocupantes, reafirmando o conceito de saúde além da ausência de doenças (VETTER *et al.*, 2021). Assim, esta pesquisa contemplou o estudo da Iluminação Integrativa, das questões inerentes à sua promoção e dos efeitos desta iluminação sobre o usuário em ambientes hospitalares, em especial as salas de diálise.

A escolha pelo ambiente da sala de diálise se deu no contexto de proporcionar qualidade de vida à rotina diária desses pacientes. De acordo com dados disponibilizados pela Sociedade Brasileira de Nefrologia, a hemodiálise é um procedimento realizado regularmente em pessoas que possuem a função renal comprometida, sendo que, para pacientes crônicos, este procedimento passa a não ser mais necessário apenas em casos de transplante. Assim, dentre os espaços de saúde existentes, a sala de diálise se caracteriza como aquela onde o paciente passa boa parte ou então toda a sua vida, diferente de outros onde ocorre a alta hospitalar.

Para isso, foi selecionada como objeto de experimentação a sala de diálise da Unidade de Terapia Renal Substitutiva (UTRS) em São Mateus-ES, devido a sua relevância no atendimento a pacientes nefrológicos do Norte do Espírito Santo, bem como devido à presente viabilidade no levantamento de informações e aplicação da metodologia proposta no ambiente em questão.

Diante do exposto, a pesquisa foi fundamentada a partir dos seguintes questionamentos:

- Quais as principais características observadas na concepção do espaço físico hospitalar no decorrer dos anos e como as exigências normativas existentes conduzem as decisões sobre iluminação neste espaço?
- Quais os níveis de influência que a iluminação possui sobre o bem-estar e saúde do ocupante?
- Quais as características do espaço e das fontes luminosas que influenciam o bem-estar e saúde dos usuários de ambientes hospitalares, em específico as salas de diálise?

1.2 OBJETIVOS

A pesquisa tem como objetivo principal analisar os efeitos da Iluminação Integrativa e a adequação desta em ambientes hospitalares, em específico as salas de diálise.

Como objetivos específicos tem-se:

- Caracterizar o sistema visual humano quanto à regulação dos processos fisiológicos e fenômenos psicológicos por meio da luz;
- Analisar o panorama da produção científica que investiga a influência da iluminação na saúde humana;
- Propor metodologia para condução e avaliação da qualidade da iluminação no ambiente de diálise por meio de requisitos considerados essenciais com base no conceito de Iluminação Integrativa, utilizando a sala de diálise da Unidade de Terapia Renal Substitutiva em São Mateus-ES como objeto de experimentação.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação foi iniciada por trecho introdutório, no presente **capítulo 1**, que contempla a apresentação do problema, justificativa e objetivos. Assim, o trabalho foi estruturado em outros seis capítulos, conforme descrito a seguir.

O **capítulo 2** apresenta considerações sobre a concepção do espaço hospitalar ao longo dos anos. Além disso, caracteriza o espaço de cuidado onde está inserido o paciente portador de insuficiência renal, bem como as particularidades deste paciente. Também explora as indicações para iluminação em ambientes hospitalares conforme definido em normas e as limitações destas quando relacionadas aos aspectos de saúde.

O **capítulo 3** aborda sobre as características do sistema visual humano no que diz respeito à capacidade de regulação dos processos fisiológicos e fenômenos psicológicos por meio da luz. Apresenta o estado da arte da pesquisa em torno das relações entre luz e saúde.

O **capítulo 4** conceitua a Iluminação Integrativa e contextualiza a mesma no que diz respeito à sua relevância e potencial para as salas de diálise. Aponta também as categorias inerentes à Iluminação Integrativa, as quais serão aplicadas na metodologia.

O **capítulo 5** apresenta o procedimento metodológico adotado no desenvolvimento da pesquisa, bem como estratégias e métodos utilizados com vistas a alcançar os objetivos propostos. São apresentados requisitos, contidos em um *checklist*, considerados essenciais para a promoção de uma Iluminação Integrativa em ambientes hospitalares, em especial as salas de diálise.

O **capítulo 6** expõe a análise dos resultados da aplicação do *checklist* na sala de diálise da Unidade de Terapia Renal Substitutiva de São Mateus. Será apresentada a compilação dos dados obtidos a fim de indicar o atendimento aos requisitos listados.

O **capítulo 7** expõe as conclusões substanciais obtidas no capítulo de análise dos resultados. Além disso, são apresentados os objetivos definidos e

alcançados, bem como a identificação de limitações encontradas durante a pesquisa e as sugestões para trabalhos futuros.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas durante o desenvolvimento da pesquisa.

2 ARQUITETURA HOSPITALAR

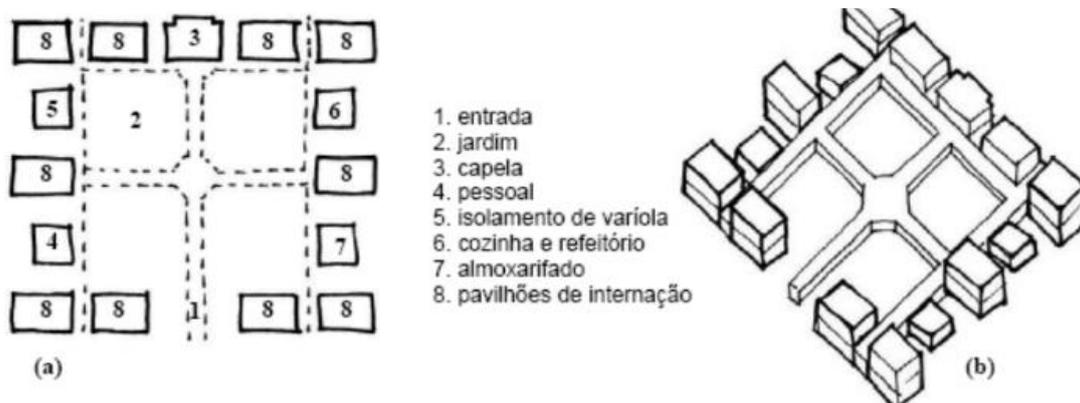
Este capítulo tem como objetivo apresentar considerações sobre a concepção do ambiente hospitalar ao longo dos anos. Além disso, explora as indicações para iluminação em ambientes hospitalares conforme definido em norma e as limitações destas quando relacionadas a aspectos de saúde. Também busca caracterizar o espaço de cuidado onde está inserido o paciente portador de insuficiência renal, bem como as particularidades deste paciente.

2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O AMBIENTE HOSPITALAR

A arquitetura hospitalar, muitas vezes, insere-se em parâmetros que priorizam a eficiência tecnológica e econômica, deixando de lado a preocupação em relação ao bem-estar do sujeito principal, ou seja, o paciente. Nesse sentido, a relação existente entre o paciente e os aspectos psicológicos ligados a organização do espaço é colocada em segundo plano em detrimento de outros fatores (FONTES, SANTOS, 2004; LEITNER, PINA, 2020).

Exemplo disso, a arquitetura hospitalar do século XVIII atribuía a seus ambientes uma função terapêutica, como um elemento essencial na criação de um espaço de cura (FOUCAULT, 1979; TOLEDO, 2008). O modelo pavilhonar, caracterizado pela conexão das atividades em torno de uma circulação coberta e um pátio interno, favorecia significativamente a questão da iluminação e ventilação naturais (BOING, 2003; COSTA, 2011). Segundo Boing (2003), o Hospital Royal Naval (Inglaterra, 1756-1764) foi considerado pioneiro na adoção do modelo descrito como pavilhonar. Seu volume era composto por pavilhões conectados por uma circulação coberta e voltados para um pátio interno, como apresenta a Figura 1.

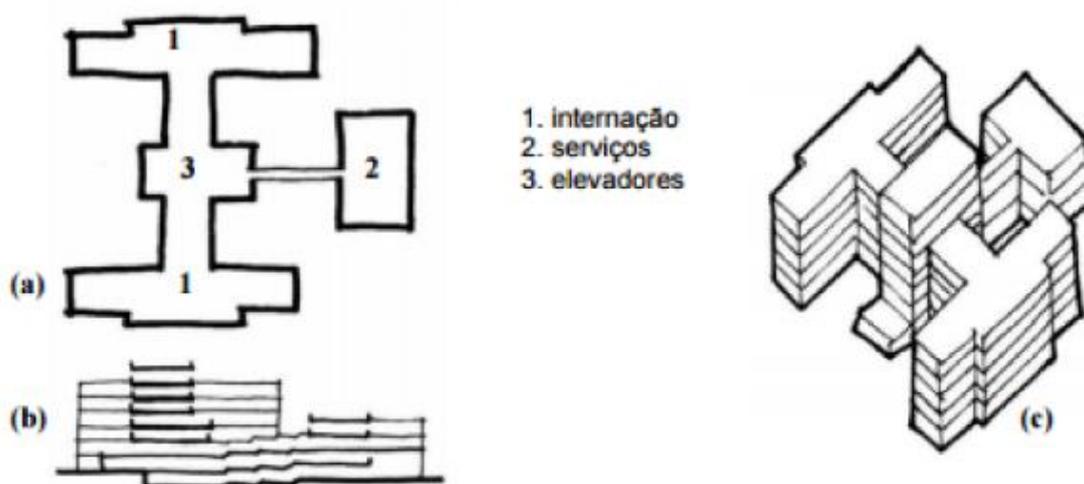
Figura 1 – Royal Naval Hospital, Inglaterra, 1756-1764. (a) planta; (b) croqui.



Fonte: Machry (2010).

Posteriormente, o modelo pavilhonar foi substituído pelo chamado monobloco vertical. O partido em monobloco surge como uma solução para a questão dos custos elevados na construção civil organizando-se a partir de uma circulação mais curta, blocos mais próximos, ausência de áreas verdes e menor área de implantação, além de contar com os avanços tecnológicos adquiridos ao final do século XIX (TOLEDO, 2008). O Hospital Ottawa Civic, no Canadá, é um exemplo dessa fase, concebido em forma de “H”, onde a circulação central dá acesso aos setores de internação e serviços, como apresenta a Figura 2.

Figura 2 - Ottawa Civic Hospital, Canadá. (a) planta; (b) corte; (c) croqui.



Fonte: Machry (2010).

Por outro lado, nos últimos anos, maior atenção tem sido dada a tais aspectos, antes considerados essenciais, no que diz respeito ao paciente e o espaço no qual está inserido (HOREVICZ, DE CUNTO, 2018). Embora o

conceito da arquitetura como instrumento de cura tenha destaque no século XVIII, sendo desde então discutido, é recente a busca pelo alinhamento e refinamento de estratégias para alcançá-lo. Aspectos como luz e cores, circulação e organização espacial, forma e sistema do edifício, entre outros têm sido considerados, tendo como foco o usuário e seu bem-estar (GHAZALY *et al.*, 2022; VALOTA, HABERLAND, 2022).

Nesse sentido, conceitos como o da “Iluminação centrada no ser humano” (ou *Human Centric Lighting*), retratada pela primeira vez por Boyce (2016), surgem com o objetivo de priorizar o usuário na concepção do espaço. Nesse sentido, a “Iluminação centrada no ser humano” vislumbra uma prática de iluminação que considere tanto os efeitos visuais quanto os efeitos não visuais da exposição de humanos à luz, desde desempenho visual e conforto até qualidade de sono, alerta, humor e comportamento, com consequências para a saúde, aprendizado e bem-estar humano.

Dessa forma, a iluminação retorna a um lugar de destaque na concepção do ambiente hospitalar ao ser considerada de grande importância no bem-estar do paciente, quando relacionada a aspectos visuais, psicológicos e fisiológicos. Fato este que se torna ainda mais relevante para o paciente portador de insuficiência renal, tendo em vista o período de tempo que este ocupa o ambiente em questão.

2.2 NORMAS PARA A ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES HOSPITALARES

A dinâmica hospitalar requer uma atenção especial à aspectos diversos do ambiente físico no qual irá se instalar. Um ambiente muito iluminado, por exemplo, pode afetar o conforto visual do ocupante, enquanto outro pouco iluminado pode levar às falhas e acidentes (LOSSO *et al.*, 2013). Por esse motivo, normativas existem de modo que a execução das tarefas se dê de maneira segura e eficiente.

A ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – Iluminação em Ambientes de trabalho substituiu a norma ABNT NBR 5413/1992 que estabelecia indicações sobre valores de iluminância para interiores de usos diversos, dentre eles o hospitalar. A antiga norma estabelecia que, para a iluminação geral de uma sala de pronto socorro, por exemplo, os valores de iluminância deveriam estar entre 300, 500 e 750 lux. Para corredores e escadas desse mesmo ambiente, a norma indicava ainda valores de iluminância entre 75, 100 e 150 lux.

De outro modo, a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 faz indicação quanto a Iluminância mantida (E_m), Índice limite de ofuscamento unificado (UGR_L) e Índice de reprodução de cor mínimo (R_a). Para espaços de diálise, a norma recomenda o valor de 500 lux, enquanto que para a circulação é estabelecido o valor de 200 lux durante o dia. A norma indica ainda valores mais baixos para iluminação e observação noturna, bem como para circulação nesse período do dia.

Por outro lado, a norma europeia EN 12464-1:2021 - *Lighting of work places* indica que os valores de Iluminância mantida (E_m) devem atingir entre 500 e 750 lux para espaços de diálise, além de requerer especificamente que a iluminação seja passível de controle. A norma norte americana ANSI/IES RP-29-16 – *Lighting for Hospitals and Healthcare Facilities*, por sua vez, aborda sobre saúde e bem-estar de forma mais específica ao mencionar os impactos fisiológicos da luz sobre o usuário.

Diante do exposto, é possível observar a aproximação das normas internacionais à temática que envolve luz e saúde. Por outro lado, a norma brasileira se limita à parâmetros de desempenho e performance, ainda que considere a redução dos níveis de iluminância à noite. Tais diferenças entre as normas evidenciam a importância de considerar não apenas a quantidade de luz, mas também sua qualidade e os efeitos que ela pode ter sobre o corpo humano.

2.3 O ESPAÇO FÍSICO E O PACIENTE NEFROLÓGICO

Na área da saúde, especialmente na Nefrologia, a doença renal crônica (DRC) ocorre quando há perda total das funções renais. Dessa forma, o tratamento que visa manter a qualidade de vida do paciente é a Terapia Renal Substitutiva (TRS). Dentre as modalidades da terapia estão o transplante renal, a diálise peritoneal e a hemodiálise, sendo esta última a mais comum e realizada com o auxílio de máquinas em clínicas ou hospitais. Observa-se que pacientes em terapia renal passam parte de seu tempo em clínicas para realização do tratamento. As sessões são realizadas no mínimo 3 vezes por semana com aproximadamente 3-4 horas de duração (COSTA, COUTINHO, 2016; SANTOS *et al.*, 2017).

As clínicas de hemodiálise são unidades extra-hospitalares cuja função consiste unicamente em oferecer esse tipo de tratamento aos pacientes. As salas reservadas para esse fim costumam ter várias máquinas, sendo capazes de receber mais de 20 pacientes em uma só sala. Cada paciente acomoda-se em uma poltrona reclinável com apoios para os braços, sendo que muitos também fazem uso de cobertores. Além disso, é comum observar nas salas a presença de um ou mais aparelhos de TV para que os pacientes possam assistir enquanto dialisam, como na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Sala de diálise equipada com poltronas, máquinas de diálise e aparelhos de TV.



Fonte: Grupo NefroClínicas (2023).

Espaços de saúde como os citados anteriormente muitas vezes apresentam acesso limitado à luz natural, que por sua dinamicidade apresenta-se como importante fator de regulação dos ritmos biológicos e não pode ser compensada por uma configuração padrão de iluminação artificial (BABILON *et al.*, 2021). Além disso, pacientes em terapia renal geralmente apresentam distúrbios do sono, como comprovado em estudos realizados sobre a relevância desse e outros sintomas no paciente em questão (MERLINO *et al.*, 2006; BASTOS *et al.*, 2007). O tempo de permanência, assim como as privações, são fatores que exercem influência sobre o bem-estar dos usuários e devem ser considerados ao projetar tais espaços (LEW, PIRAINO, 2005).

Visto que pacientes de terapia renal substitutiva passam parte de seu tempo em clínicas para realização do tratamento, é importante considerar a exposição destes pacientes à luz, bem como os efeitos a estas relacionados. Um espaço sem acesso à luz natural e vistas para o ambiente externo, por exemplo, distancia o usuário da noção temporal, resultando em prejuízo a fatores psicológicos e também fisiológicos, como o ritmo circadiano (PATI; HARVEY; BARACH, 2008; LI *et al.*, 2021; HE, YAN, 2022). Nesse sentido, o estudo das relações entre luz e efeitos fisiológicos e psicológicos pode contribuir para a elaboração de diretrizes que orientem o projeto de iluminação em ambientes de longa permanência, como as salas de diálise.

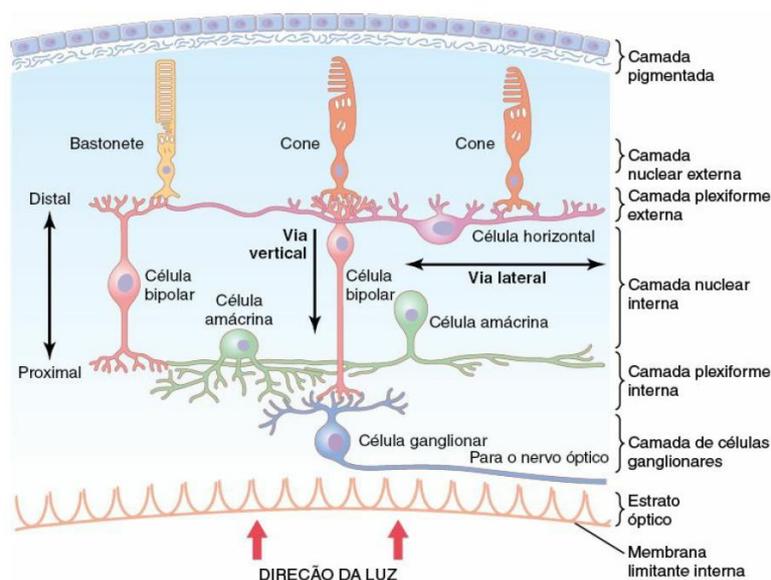
3 LUZ E SAÚDE

Este capítulo tem como objetivo caracterizar o sistema visual humano no que diz respeito à capacidade de regulação dos processos fisiológicos por meio da luz. Além disso, busca apresentar o estado da arte da pesquisa em torno das relações entre luz e saúde.

3.1 O SISTEMA VISUAL HUMANO E AS FUNÇÕES NEURAIS DA RETINA

O sistema visual humano, ao exercer a função de formador de imagens, integra olho e cérebro em um processo que acontece, exclusivamente, na presença de luz. Basicamente, a retina é a parte do olho humano sensível à luz a qual contém as estruturas que permitem a visão, ou seja, os fotorreceptores: cones (visão fotópica; alta acuidade visual em condições de altos níveis de luminância) e os bastonetes (visão escotópica, baixa acuidade visual em condições de baixos níveis de luminância), como mostra a Figura 4 (BOYCE, 2014). Ao receber estímulos luminosos, sinais são enviados ao córtex cerebral por meio de neurônios retiniais e fibras nervosas (GUYTON; HALL, 2017).

Figura 4 - Camadas da retina



Fonte: GUYTON; HALL, 2017.

Por outro lado, além da visão, a luz também permite que ocorra a regulação dos ritmos biológicos dos humanos. Esse processo acontece, também por meio da retina, a partir da sincronização com o ciclo claro e escuro ambiental ao longo das 24 horas do dia. O principal marcapasso circadiano dos mamíferos, o núcleo supraquiasmático (NSQ), recebe os estímulos da luz solar que chegam na retina e sincronizam as diversas funções fisiológicas do organismo, como sono e alerta (GUYTON; HALL, 2017).

A elucidação deste processo se deu por meio de pesquisas que buscavam relações entre o sistema visual humano, antes tido como mero formador de imagens, e os ritmos circadianos. Dentre estas, estão as desenvolvidas por Provencio *et al.* (1994), onde roedores com degeneração retinal (perda de cones e bastonetes) permaneceram capazes de regular seu sistema circadiano na presença de luz, embora não houvesse respostas visuais para esse mesmo cenário. Tal descoberta sugeriu a existência de um fotorreceptor não identificado na retina, caracterizado como uma proteína sensível a comprimentos de onda médio a longo na sincronização circadiana (PROVENCIO *et al.*, 1995).

Essa suspeita foi confirmada por Provencio *et al.* (1998), ao identificar a melanopsina, uma proteína fotossensível, na pele, cérebro e olhos de uma espécie de anfíbios. Esta proteína seria capaz de controlar, nessa espécie, a pigmentação da pele, abertura pupilar e ritmos circadianos. Na sequência, essa mesma proteína seria identificada em mamíferos, apenas nas células retiniais, sugerindo sua relação com as funções não visuais do olho humano (PROVENCIO *et al.*, 2000).

De forma subsequente, Berson *et al.* (2002) demonstraram, em sua pesquisa, a fotossensibilidade de um novo tipo de células ganglionares retiniais, responsáveis pela sincronização entre ritmo circadiano nos mamíferos e ciclo dia-noite por meio de suas ligações com o núcleo supraquiasmático (NSQ) do hipotálamo. Nesse sentido, a então demonstrada melanopsina seria o fotorreceptor capaz de tornar essas células intrinsecamente sensíveis à luz e desencadear efeitos fisiológicos no ser humano, independente das outras estruturas que permitem a visão, ou seja, os cones e bastonetes.

Assim, de acordo com as questões discutidas até o momento, fez-se interessante a organização de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que investigue os avanços da produção científica sobre o tema a partir da descoberta da melanopsina, proteína fotorreceptiva presente no olho humano nas células retiniais ganglionares intrinsecamente fotossensíveis (ipRGC) (PROVENCIO *et al.*, 2000; BERSON *et al.*, 2002).

3.2 LUZ NATURAL E SAÚDE

3.2.1 Panorama da produção científica

O estudo a seguir apresenta o panorama da produção científica que investiga a influência da iluminação natural na saúde humana entre os anos de 2000 e 2020. Para tanto, foi realizada uma pesquisa no Portal de Periódicos Capes utilizando as palavras-chave “*daylight*” AND “*health*”, em qualquer campo. Foi possível observar que o número de artigos publicados entre 2000 e 2020 aumentou de forma significativa a cada ano, havendo pequenas reduções no número de publicações em comparação ao ano anterior ao analisado, como apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 - Publicações nos últimos 20 anos (2000-2020) para “daylight” AND “health”.

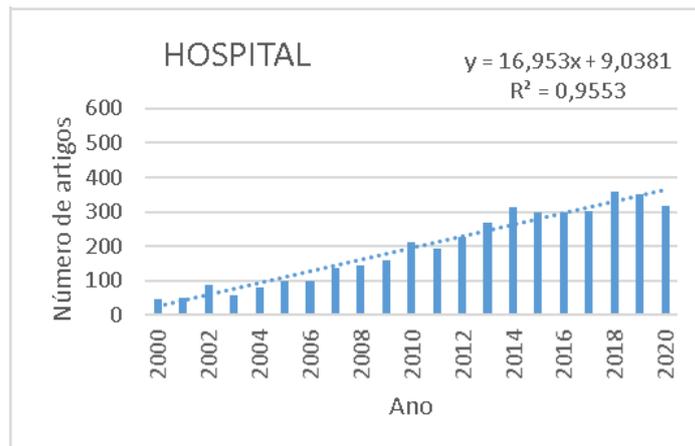
Ano	Artigos	Percentual
2000	208	
2001	194	-6,7%
2002	314	61,9%
2003	291	-7,3%
2004	377	29,6%
2005	462	22,5%
2006	457	-1,1%
2007	543	18,8%
2008	684	26,0%
2009	803	17,4%
2010	925	15,2%
2011	863	-6,7%
2012	1049	21,6%
2013	1135	8,2%
2014	1365	20,3%
2015	1440	5,5%
2016	1366	-5,1%
2017	1511	10,6%
2018	1683	11,4%
2019	1676	-0,4%
2020	1809	7,9%

Legenda
Aumento
Redução

Fonte: A autora (2021).

A fim de refinar os resultados obtidos, novos termos de busca foram definidos. Ao considerar o ambiente como objeto do estudo sobre luz natural e saúde, o acréscimo da palavra-chave “*hospital*” apresentou um total de 4.106 artigos. O Gráfico 1 a seguir mostra a quantidade de artigos publicados no decorrer dos anos para essa temática. Ela apresenta a regressão linear, descrita por uma equação de primeira ordem, representando visualmente a relação entre as variáveis independentes (ano) e dependentes (número de artigos) nos gráficos. O fator R^2 (R-quadrado), ou Coeficiente de Correlação, mostra o quão bem esta equação descreve os dados apresentados ao aproximar-se de 1,00. Dessa forma, conclui-se que há uma tendência linear de alta, ou seja, os dados se comportam de forma ascendente. Isso indica uma projeção crescente para o número de artigos publicados para a temática “*hospital*” no futuro, no que diz respeito ao número de publicações.

Gráfico 1 – Número de publicações sobre o ambiente “HOSPITAL”.

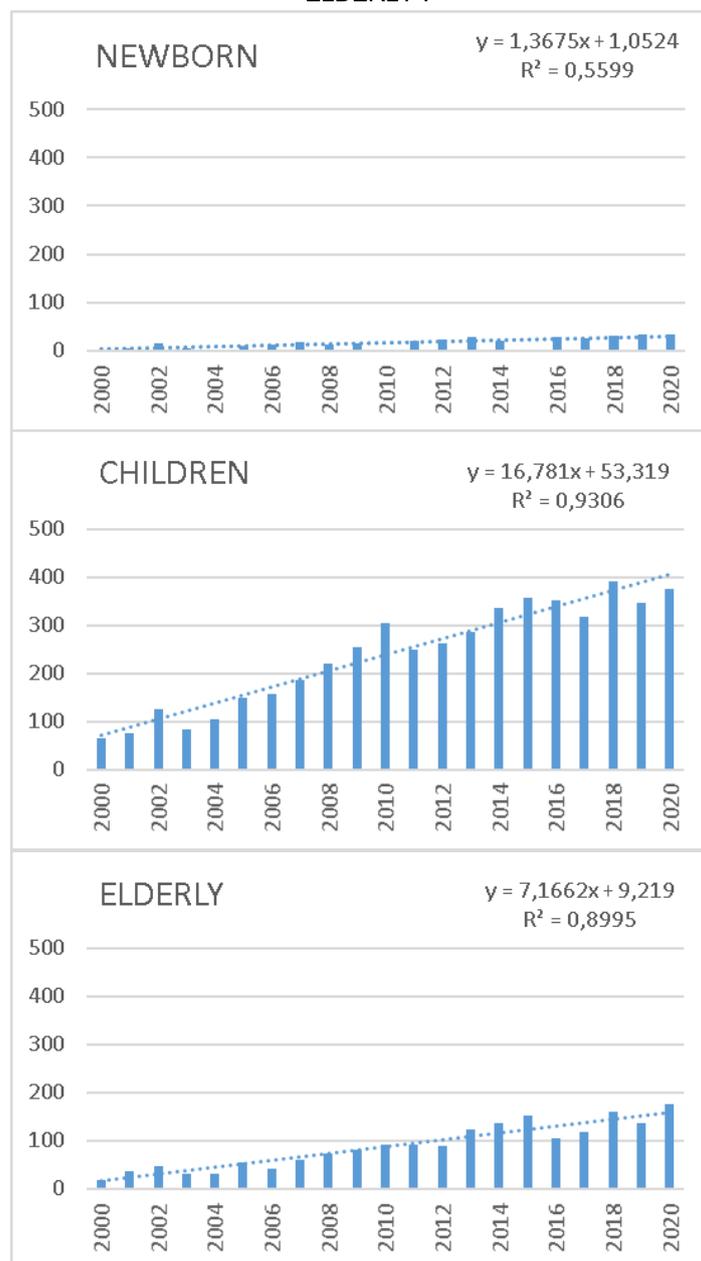


Fonte: A autora (2021).

Em relação aos estudos que consideram a influência da luz na saúde de pessoas de diferentes faixas etárias inseridas em determinado contexto físico-ambiental, obteve-se os seguintes dados: de 2000 a 2020 foram publicados 405 artigos com a palavra-chave “*newborn*”, 4.990 artigos com “*children*” e 1.846 artigos com a palavra-chave “*elderly*”, em qualquer campo. O Gráfico 2 a seguir mostra o número de publicações para cada faixa etária durante o recorte temporal adotado.

Conclui-se que há uma tendência linear de alta para todas as temáticas apresentadas, com destaque para o número de artigos publicados associados à palavra-chave “*children*”, significativamente maior que as demais temáticas exploradas nesta pesquisa. Pode-se perceber, por outro lado, que o número de artigos publicados com a palavra-chave “*newborn*” oscilou entre aumentos e reduções, enquanto o número de artigos relacionados à palavra-chave “*elderly*” teve crescimento mais expressivo e regular comparado à esta última.

Gráfico 2 - Número de publicações sobre diferentes faixas etárias: "NEWBORN", "CHILDREN", "ELDERLY".

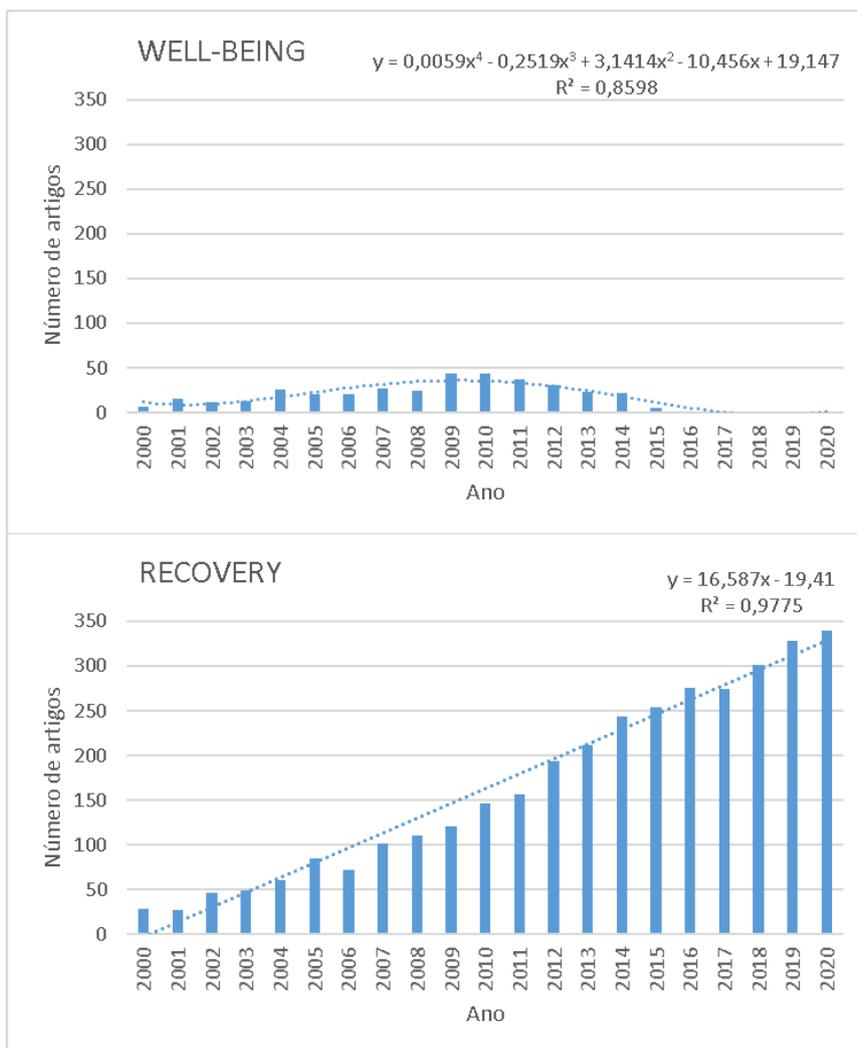


Fonte: A autora (2021).

Sobre os possíveis efeitos positivos da luz natural na saúde humana, a pesquisa permitiu encontrar 385 artigos publicados entre os anos de 2000 e 2020, os quais incluem a palavra-chave "well-being" nas buscas. O gráfico para "well-being" apresentado no Gráfico 3 indica uma linha de tendência polinomial de declínio. Ela representa a oscilação dos dados relativos ao número de publicações associadas à palavra-chave "well-being" de forma adequada, descrita por meio de uma equação de ordem 4. Os dados flutuantes e decrescentes indicam um cenário futuro provável de redução ou ausência de

artigos sobre o tema. O gráfico para “*recovery*” apresentado no Gráfico 3, por sua vez, apresenta linha de tendência linear de alta, revelando um crescimento contínuo do número de publicações associado à palavra-chave “*recovery*” ao longo do tempo. A projeção, portanto, é de um aumento no número de artigos publicados sobre tal temática para os próximos anos.

Gráfico 3 - Número de publicações sobre possíveis efeitos positivos: “WELL-BEING” e “RECOVERY”.



Fonte: A autora (2021).

Diante do exposto, é possível observar o crescimento do número de publicações que relacionam luz e saúde entre os anos de 2000 e 2020, marcado por pequenas reduções quando comparados anos subsequentes. Entre tais publicações, o número de artigos publicados sobre luz natural e sua influência sobre a recuperação de pacientes foi uma das temáticas que se apresentou como destaque categorias.

Ao considerar apenas artigos que continham as palavras-chave “*daylight*” AND “*health*” no título, obteve-se uma amostra de sete artigos para análise do conteúdo. Destes, 70% relacionavam luz natural e saúde ao bem-estar. Dessa forma, pode-se concluir que houve predominância do estudo do bem-estar como possível efeito da exposição à luz natural.

Nesse sentido, infere-se que a pesquisa sobre a influência da luz natural sobre a saúde humana tem se mostrado relevante ao considerar aspectos benéficos decorrentes de sua disponibilidade no ambiente construído. Da mesma forma, o número de publicações sobre a temática tem aumentado de forma significativa no decorrer dos anos, com projeções crescentes para diversos temas, revelando diferentes metodologias e cenários futuros promissores quanto à evolução da pesquisa sobre luz natural e saúde.

3.2.2 Impactos da luz natural na saúde humana

A disponibilidade da luz natural em um ambiente pode trazer benefícios relacionados ao conforto e bem-estar de seus usuários além de benefícios nos processos fisiológicos, estando a luz natural associada a aspectos como humor, concentração, qualidade do sono e níveis de estresse. A iluminação natural, além de proporcionar ambientes potencialmente mais agradáveis, possui benefícios fisiológicos e psicológicos quando em níveis adequados no ambiente interno (ZIELINSKA-DABKOWSKA, 2018).

A disponibilidade de luz natural depende de fatores externos, como condições meteorológicas, períodos do tempo e posição geográfica (BOYCE, 2014). Sua intensidade e distribuição no ambiente, por outro lado, diz respeito à geometria e propriedades de suas superfícies, bem como às características de suas aberturas, seu posicionamento, dimensões e orientação geográfica (BAKER; STEEMERS, 2002).

No que diz respeito ao aspecto fisiológico e à regulação endócrina, um estudo realizado por Boubekri *et al.* (2020) demonstrou que a exposição à luz

natural teve impacto significativo na qualidade do sono e na função cognitiva de trabalhadores de escritório. Da mesma forma, um estudo envolvendo 2670 alunos com idade entre 8 e 13 anos buscou relacionar as condições de iluminação natural em 155 salas de aula e os resultados de testes de matemática e lógica. Os resultados demonstraram que os parâmetros que permitiram a disponibilidade de luz natural (elemento de proteção de janela, latitude, janela voltada para sul, razão percentual entre janela e área de piso) contribuíram positivamente para a performance dos alunos (BALOCH *et al.*, 2020).

Por outro lado, os efeitos não visuais da luz também vêm sendo estudados em indivíduos de idade avançada, mais propensos a riscos de saúde e deficiências. Nesse sentido, Karami *et al.* (2016), em suas pesquisas, demonstraram que a exposição de idosos à luz natural pela manhã e à tarde é eficaz contra insônia e ansiedade, além de prevenir e retardar transtornos mentais. Os autores reforçam a importância de se prever iluminação adequada em casas de idosos e de repouso.

Da mesma forma, os ambientes hospitalares também têm ganhado espaço no cenário da produção científica quando relacionados luz natural e saúde. Joarder e Price (2013) puderam identificar, em sua pesquisa, que a exposição à luz natural contribuiu para a redução no tempo de permanência de 263 pacientes após uma cirurgia cardiovascular em 7,3 horas por aumento de 100 lux dentro do quarto desses pacientes internados.

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) ressaltam que, além de atender a requisitos de desempenho, a iluminação natural é mais desejável em determinados ambientes pois a visualização do ambiente externo pode aliviar tensões e servir como estímulo. O contato visual com o ambiente externo, nesse mesmo sentido, quando possível por meio de aberturas com visão de céu, se mostra eficiente estabelecendo uma situação de conforto visual e efeitos emocionais e psicológicos positivos (ULRICH, 2002).

Considerando o exposto, toma-se o ciclo natural de 24 horas do dia como padrão de dinamicidade para que ocorra a sincronização circadiana. Cenários diferentes, onde há restrição ou ausência de luz natural, podem resultar em efeitos não desejados. Entretanto, a consideração desse processo no ser

humano a partir do ambiente por ele ocupado pode auxiliar no planejamento de espaços promotores de bem-estar e saúde. Da mesma forma, os impactos da luz artificial na saúde humana serão expostos a seguir.

3.3 LUZ ARTIFICIAL E SAÚDE

3.3.1 Impactos da luz artificial na saúde humana

O desenvolvimento da luz artificial permitiu iluminar espaços internos e externos durante todo o dia. Embora sejam muitas as possíveis fontes de iluminação artificial com características emissoras muito próximas, seus espectros são diferentes e podem variar em seus efeitos cronobiológicos no ritmo circadiano (BLUME *et al.*, 2019).

Por outro lado, observa-se que a tarefa de projetar a iluminação por muitas vezes é executada de forma a atender apenas aspectos visuais e normas de desempenho, no sentido de possibilitar a capacidade de se executar com segurança determinadas tarefas (RIBEIRO *et al.*, 2020). Embora igualmente importantes, as considerações acerca da resposta fisiológica apresentada pelo indivíduo inserido no contexto físico-ambiental exposto a diferentes condições de iluminação são pouco abordadas nesse processo. Tal fato pode estar associado a resultados insatisfatórios de qualidade de vida e produtividade relacionados aos ambientes onde as pessoas passam boa parte de seu tempo (CHO *et al.*, 2015; ZIELINSKA-DABKOWSKA, 2018).

Em seus estudos, Chaves e Martau (2019) observaram um ambiente de escritório com estação de trabalho. Os autores compararam os valores de iluminância recomendados pela ABNT NBR 8995-1 (2013) e os valores mínimos para estímulo fisiológico resultantes das métricas circadianas utilizadas. Os autores concluíram que os projetos analisados não alcançaram os níveis desejáveis para o início da supressão da melatonina (hormônio responsável pela indução ao sono), tanto com fontes de iluminação fluorescentes quanto com

fontes de iluminação LED (*Light Emitting Diode*). O resultado obtido auxilia na compreensão de que valores de iluminância recomendados em norma muitas vezes podem não ser suficientes quando se espera uma resposta além do sistema visual.

Assim, uma Revisão Sistemática da Literatura fez-se interessante no sentido de se obter o estado da arte do tema “LED e saúde”, considerando a representatividade deste quando considerada sua utilização na prática da iluminação artificial.

3.3.2 LED e saúde: panorama da produção científica

O estudo a seguir apresenta o panorama da produção científica que investiga as relações entre LED e saúde. Para isso, realizou-se uma pesquisa prévia no portal Periódicos Capes utilizando as palavras-chaves “*Light Emitting Diode*”, “*Circadian Rhythm*” e “*Health*”, compreendendo os anos de 2017 a 2021. Dos 17 artigos selecionados para análise, 15 abordavam o uso do LED no cotidiano, bem como sua influência e danos à saúde; os outros dois artigos, por sua vez, abordavam o uso do LED para tratamentos médicos e terapêuticos.

Dentre os artigos selecionados, está a pesquisa desenvolvida por Comparetto e Farini (2019) que, em seus estudos, buscaram definir novos índices para descrever o nível de proteção para lentes em relação aos efeitos causados à retina e ao ritmo circadiano sob diferentes fontes de iluminação (por exemplo, a luz do dia e *tablet*). É sabido que a radiação visível de comprimentos de onda curtos pode danificar o epitélio pigmentar da retina, além de trazer efeitos sobre o ritmo circadiano. Dessa forma, tais índices poderiam auxiliar na prescrição individualizada de tais lentes de proteção ocular. Assim, foram propostos dois índices numéricos para quantificar os efeitos da exposição à radiação visível de comprimento de onda curto na saúde humana: o Índice Circadiano Não Linear e o Índice Retinal. O primeiro resume o impacto da luz transmitida no ciclo circadiano, enquanto o segundo resume o risco de dano retinal quando exposto à mesma radiação transmitida. Foi realizada uma análise

comparativa entre lentes com bloqueadores de luz azul disponíveis comercialmente e lentes não tratadas. Os resultados demonstraram uma diferença de comportamento entre os tratamentos, onde a consideração de diferentes métricas pode auxiliar na prescrição do uso particular de lentes em determinado usuário.

Apesar das preocupações relativas aos danos causados sobre a retina, a exposição à componente azul do espectro visível pode ser desejável em certos momentos do dia. Medições realizadas em condições laboratoriais indicaram que a exposição diurna à luz, com espectro semelhante ao da luz solar, e portanto, enriquecida no comprimento de onda da luz azul, foi capaz de favorecer a velocidade de processamento, a memória no trabalho e o aprendizado de procedimentos sequenciais em jovens adultos universitários com sono moderadamente restrito (GRANT *et al.*, 2021). Essa conclusão foi reforçada pelo estudo de Benedetto e Contin (2019) que utilizou luz branca de LED podendo observar que a luz de alta intensidade melhorou o desempenho e o estado de alerta durante o turno noturno, além de reduzir riscos de acidentes e lesões em trabalhadores.

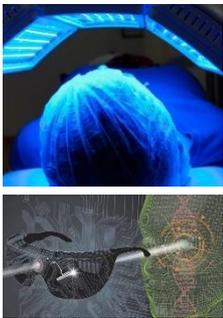
A luz artificial também pode ser utilizada como opção terapêutica não invasiva para melhorar o sono, o humor e o bem-estar (BLUME *et al.*, 2019). A variedade em comprimentos de onda no LED, que vai do ultravioleta ao infravermelho, permite o controle sobre propriedades como intensidade, brilho, duração de pulso e espectro. Tal fato está relacionado à possibilidade de uso do LED em exames de imagem, tratamento de doenças de pele e neurológicas, terapias médicas e optogenética (DONG; XIONG, 2017).

Um exemplo de tratamento é a fotobiomodulação, que consiste na utilização de irradiação luminosa em comprimentos de onda correspondentes à luz vermelha e infravermelha para induzir resposta fisiológica, a nível celular, em seres humanos e animais. Até o século XXI associava-se a efetividade desta técnica terapêutica às propriedades intrínsecas do laser. Entretanto, há duas décadas, a partir do uso do LED na fotobiomodulação, estudos têm impulsionado não apenas uma reflexão acerca da terminologia mais apropriada para esta

técnica, como também têm propiciado uma discussão em torno da equivalência na utilização entre LED e laser (HEISKANEN e HAMBLIN, 2018).

Embora algumas pesquisas venham explorando os riscos potenciais da exposição ao LED, é imprescindível considerar os benefícios de sua utilização baseada em evidências, seja no cotidiano ou em tratamentos médicos. Diante disso, é possível relacionar os possíveis efeitos do LED e suas contribuições à saúde e bem-estar humanos com base na literatura, como no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Efeitos do LED na saúde humana.

Uso do LED		Autores	Benefícios	Malefícios
Exames de imagem, tratamentos dermatológicos e neurológicos, terapias médicas e optogenética		Dong e Xiong (2017)	Opção terapêutica não invasiva para melhorar sono, humor e bem-estar geral	Não citado
Fotobiomodulação		Heiskanen e Hamblin (2018)	Induzir resposta fisiológica a nível celular	Não citado
Radiação visível de comprimentos de onda curtos (ex., tablete)		Comparetto e Farini (2019)	Não citado	Danos ao epitélio pigmentar da retina e efeitos sobre o ritmo circadiano
Luz de LED branca (enriquecida no comprimento de onda da luz azul)		Grant <i>et al.</i> (2021); Benedetto e Contin (2019)	Favorece a memória, o aprendizado, o desempenho e o estado de alerta.	Não citado.

Fonte: A autora (2022).

Com relação à influência do LED na saúde, observou-se que o sistema de iluminação com LED tem alto potencial para atender aos requisitos de uma iluminação segura quando utilizado de maneira correta. Também foi identificado que o LED pode ser utilizado para promover boas condições de saúde e bem-estar por meio de terapias, assim como para potencializar tratamentos médicos. Por outro lado, a comparação entre as diversas fontes de iluminação confirma que a luz solar é a fonte de iluminação ideal, visto que atua de forma precisa na manutenção da ritmicidade circadiana.

4 ILUMINAÇÃO INTEGRATIVA

Este capítulo busca conceituar a Iluminação Integrativa e contextualizar a mesma no que diz respeito à sua relevância e potencial para as salas de diálise. Aponta categorias inerentes à Iluminação Integrativa as quais serão aplicadas na metodologia.

4.1 CONCEITUAÇÃO

O conceito de Iluminação Integrativa (ou *Integrative Lighting*) é definido como uma abordagem de iluminação que busca integrar efeitos visuais e não visuais da exposição à luz em seres humanos, visando evidenciar cientificamente sua influência fisiológica e psicológica (CIE, 2016). Vetter *et al.* (2021) destacam a importância da utilização deste termo em vez de outros não apropriados, como "iluminação circadiana", que não definem corretamente a luz que atravessa o olho e afeta tanto o sistema visual quanto o não visual.

Estudos recentes têm explorado as relações entre parâmetros físicos das fontes de luz e efeitos psicológicos e fisiológicos no ser humano (BISEGNA *et al.*, 2015; PAWELSKI *et al.*, 2020; LUO *et al.*, 2023). Da mesma forma, considerando as limitações ainda encontradas em normas no que diz respeito às indicações sobre o tema, entende-se que tais parâmetros físicos da iluminação devam ser analisados sob a ótica da Iluminação Integrativa.

A seguir, são listadas temáticas amplamente abordadas na literatura relacionadas à iluminação quando considerados os efeitos potenciais desta sobre a saúde humana. Nesse sentido, serão analisados tanto os efeitos visuais quanto os efeitos não visuais da exposição à luz em seres humanos quando consideradas as normativas, métricas e métodos desenvolvidos para avaliação e qualificação do espaço.

4.2 ILUMINÂNCIA

No que se refere ao ambiente hospitalar, a norma brasileira de iluminação se restringe ao sistema visual e desempenho de tarefas quando consideradas as indicações para o seu estabelecimento. A ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de ambientes de trabalho, nesse sentido, estabelece iluminâncias para ambientes como enfermaria e sala de atendimento médico baseadas na distribuição da luz sobre a área de trabalho com vistas a garantir a realização da tarefa de forma rápida, segura e confortável. No entanto, esta abordagem baseada no desempenho visual considera apenas a tarefa a ser realizada, desconsiderando dessa forma o paciente.

Paralelamente a isto, estudos buscam quantificar os impactos decorrentes das condições de iluminação na manutenção do ritmo circadiano (LANG, 2011; REA; FIGUEIRO, 2011). Dentre as métricas circadianas em desenvolvimento, destacam-se a do *Equivalent Melanopic Lux* (EML), ou Lux Melanópico Equivalente e o *Circadian Stimulus* (CS), ou Estímulo Circadiano; (REA *et al.*, 2005; REA *et al.*, 2012; LUCAS *et al.*, 2014; REA; FIGUEIRO, 2018; IWBI, 2022).

O Lux Melanópico Equivalente (EML) relaciona diretamente uma unidade de iluminância (Lux Fotópico) com as células retiniais ganglionares intrinsecamente fotossensíveis (ipRGC) e sua função de sensibilidade espectral (função de resposta melanopsina - $Nz(\lambda)$). Baseado exclusivamente na sensibilidade espectral do ipRGC, o valor do EML pode ser obtido por meio de um cálculo proposto pela WELL *Building Certification*, onde o valor de iluminância medido verticalmente na altura dos olhos do observador (E_v) é multiplicado por uma constante de cálculo denominada razão melanópica (R) – que é um coeficiente obtido a partir do espectro da fonte de luz – para obter o valor de lux melanópico (LUCAS *et al.*, 2014; BUSATTO *et al.*, 2020; IWBI, 2022).

O conceito da métrica Estímulo Circadiano (CS), por outro lado, considera que além do ipRGC, os cones e os bastonetes têm influência direta na resposta do ser humano à luz, não só em relação à transmissão dos impulsos para o sistema visual, mas também em relação à influência que exercem em seu

sistema circadiano. A fim de realizar o cálculo das unidades circadianas, as pesquisas relacionadas ao assunto apresentam a ferramenta *CS Calculator*, que utiliza como base de cálculo dados da fonte luminosa como a Iluminância Fotópica Vertical (Ev) e a Temperatura de Cor Correlata (TCC) (FIGUEIRO; REA; WARD, 2019).

Enquanto a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 considera a Iluminância Horizontal (Eh) no plano de trabalho para o desempenho e conforto visual, as métricas circadianas utilizam a Iluminância Vertical (Ev) para a verificação da quantidade de luz na altura do olho do usuário e dos aspectos não visuais. Embora não haja consenso entre a comunidade científica sobre qual métrica é a mais adequada para o estudo da Iluminação Integrativa, o fato de as normas para projeto existentes considerarem apenas métricas de desempenho justifica a necessidade de ampliar estudos dessa natureza.

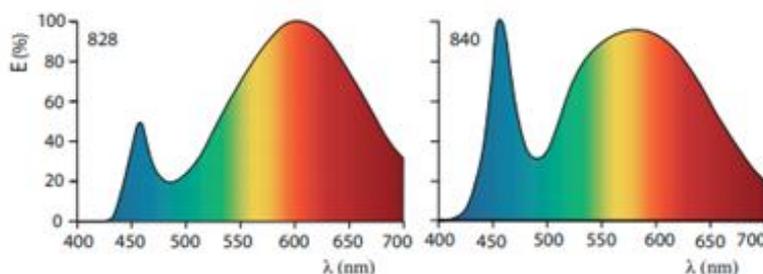
4.3 ESPECTRO E TEMPERATURA DE COR

É conhecido que a luz natural, cujo espectro de cores é equilibrado e sua aparência de cor é dinâmica, gera respostas visuais e fisiológicas diferentes quando comparadas à iluminação artificial (MARTAU, 2009). Essa dinamicidade sincroniza o relógio biológico humano de acordo com as 24 horas do dia, por meio de um ciclo de claro e escuro que define os ritmos circadianos. Nesse sentido, o estímulo circadiano e a supressão da melatonina relacionam temperatura e espectro de cor a efeitos cronobiológicos (PRAYAG *et al.*, 2019).

Assim como a temperatura de cor, o espectro da luz natural muda, por exemplo, conforme as horas do dia e a condição ambiental do indivíduo (PECHACEK, ANDERSEN, LOCKLEY, 2008). Dessa forma, ao amanhecer, o espectro de luz visível tem comprimentos de onda avermelhados (590 – 620 nm). Quando o sol se aproxima do horário do meio-dia, esse espectro de luz visível alcança a luz azul (450 - 475 nm). Quando o dia se aproxima do seu fim, da mesma forma que ocorreu no amanhecer, tem-se a predominância dos comprimentos de onda avermelhados (590 – 620 nm) (HECHT, 2012). Da

mesma forma, no que diz respeito à iluminação artificial, a diferença na proporção entre comprimentos longos e curtos determina a temperatura de cor correlata, e por sua consequência, a aparência de cor da luz, como apresenta a Figura 5 (VAN BOMMEL, 2019).

Figura 5 - Comparativo entre espectros de duas fontes LED com diferentes temperaturas de cor correlatas (TCC). À esquerda, está representada a distribuição espectral para um LED de 2800K, à direita, para um LED de 4000K.



Fonte: VAN BOMMEL (2019).

Nesse sentido, a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 divide as lâmpadas, fontes de luz artificial, em três grupos: quente (menor que 3300 K), intermediário (entre 3300 K e 5300 K) e frio (maior que 5300 K). De acordo com a norma, a "aparência da cor" é a impressão visual da cor de uma lâmpada e pode ser descrita pela sua temperatura de cor, que é a medida, em Kelvin (K), da cor que uma fonte de luz emite. Embora a norma apresente definições importantes, suas indicações para a escolha da temperatura de cor se referem a fatores como iluminância, cores da sala e mobiliário, clima e aplicação. Não há na norma indicações específicas quanto ao que se considera mais adequado para cada tipo de ambiente, tarefa ou atividade.

Sendo assim, estudos buscam destacar os possíveis impactos fisiológicos e psicológicos da exposição à diferentes temperaturas de cor em seres humanos, principalmente em ambientes que utilizam a iluminação para atender a necessidades específicas. Em suas pesquisas, Mills *et al.* (2007) observaram que luzes fluorescentes de temperatura de cor alta, por exemplo, podem melhorar o bem-estar e a produtividade em escritórios. Uma temperatura de cor baixa, da mesma forma, pode apresentar inúmeros benefícios biológicos ao ser humano, como uma melhor qualidade do sono (LIN *et al.*, 2019). Wunsch (2007), por sua vez, observa que a depender da finalidade pretendida, pode ser menos prejudicial usar fontes de luz neutras, como representado na Figura 6.

Figura 6 - Propriedades das fontes artificiais de iluminação.

Propriedades das fontes artificiais de iluminação e seu efeito cronobiológico			
Fonte de luz	Temperatura de cor em Kelvin	Temperatura verdadeira em Celsius	Efeito cronobiológico
LED vermelho	1000	<100	- - -
LED laranja	1500	<100	- -
LED amarelo	2000	<100	-
Vela	1500	1230	-
Lâmpada incandescente	2000-2600	1730-2330	0
Lâmpada halógena	2600-3300	2330-3030	+
Lâmpada fluorescente	2700-4000	<100	++
Lâmpada de full spectrum	4000-6000	<100	+++
LED branco	-	<100	++++
LED azul	-	<100	+++++

Fonte: Adaptado de WUNSCH (2007).

Além disso, é importante considerar fatores ambientais que podem influenciar a percepção e preferência do usuário, como por exemplo as superfícies internas. Um estudo conduzido por Shahidi *et al.* (2021) pôde concluir, por exemplo, que a combinação da cor branca e luz quente ou da cor azul com luz fria favoreceu a percepção visual e o humor das pessoas em ambientes de trabalho. Outras variáveis como o conforto térmico, por exemplo, também podem ser afetadas pela temperatura de cor da luz, tanto por meio de efeitos visuais quanto efeitos não-visuais. Estudos desenvolvidos sobre a temática sugerem que temperaturas de cor mais alta (5700 K) podem melhorar o conforto térmico, o estado de alerta e o desempenho cognitivo em uma situação de frio moderado (17°C) (LUO *et al.*, 2023). Da mesma forma, é necessário observar e relacionar aos requisitos de espectro e temperatura de cor a intensidade da luz no ambiente, uma vez que estudos relacionam baixos níveis de temperatura de cor a relaxamento, bem como altos níveis de iluminância a altos níveis de estresse (THACH *et al.*, 2020; AWADA *et al.*, 2023).

Sendo assim, é possível observar que em uma situação de iluminação artificial estática, uma luz quente se assemelhará ao amanhecer ou entardecer, enquanto uma luz fria se aproximará da característica de cor da luz das horas posteriores do dia em que as pessoas estão mais ativas, como apresentado na Figura 7 (VETTER, 2019). Por esse motivo, há um interesse crescente em desenvolver métodos para criar um ciclo de temperatura de cor da luz natural em tempo real para atender a uma iluminação que considere a ritmicidade circadiana (OH *et al.*, 2023).

Figura 7 - Aparência e temperatura de cor da luz conforme as horas do dia.



Fonte: Adaptado de Parsee *et al.*, 2019.

Diante do exposto, é possível inferir que a possibilidade de adequação e controle sobre a temperatura de cor e espectro da fonte de luz de acordo com a condição ambiental e o período do dia pode exercer impacto positivo sobre a satisfação e saúde do usuário.

4.4 VISÃO DO EXTERIOR

A possibilidade de estabelecer conexões entre o interior e o exterior de um espaço edificado constitui uma importante premissa para o projeto arquitetônico. Tal fato se confirma por meio de pesquisas desenvolvidas no decorrer dos anos que ressaltam os diversos benefícios de poder ver através da janela.

Está entre as funções conhecidas da janela proporcionar, além de luz natural e ventilação, a visão de espaços exteriores ao ambiente construído (MIRZA; BYRD, 2018; MATOS; SCARAZZATO, 2017). Nesse sentido, inúmeras pesquisas apontam benefícios do contato visual com o exterior para o ocupante do ambiente interno. As aberturas proporcionam, além de conforto visual, efeitos psicológicos e fisiológicos positivos ao proporcionar informações relevantes para o sistema biológico humano, como por exemplo, a noção temporal por meio da variação de luz durante o dia (MIHARA *et al.*, 2022; COSTI, 2007; ULRICH, 2002; FONSECA, 2000).

Por outro lado, o crescimento urbano, bem como o aumento da jornada de trabalho, contribuiu para que fossem adotados mecanismos de iluminação e ventilação artificiais como forma de atendimento às atividades desenvolvidas em diferentes horários do dia. Por esse motivo, muitas vezes a janela ocupa um espaço secundário nas etapas iniciais de idealização do projeto arquitetônico (LI; SAMUELSON, 2020). Batool *et al.* (2021) alertam, porém, que a janela é um importante meio de se conectar com o ambiente externo por meio da visão em momentos onde o confinamento em espaços fechados se faz necessário, como durante a pandemia do COVID-19.

Nesse contexto, pesquisas buscam avaliar a qualidade do ambiente interno construído quando considerada a possibilidade de visão do exterior por meio da janela, tanto no que diz respeito ao conteúdo quanto ao acesso a esta. Em contrapartida, ainda são escassos os estudos que investigam os parâmetros para a avaliação da qualidade da visão externa a fim de quantificar o impacto que esta tem sobre o usuário, bem como a interferência na satisfação e percepção deste usuário em relação ao ambiente ocupado (VASQUEZ *et al.*, 2022).

Dentre as pesquisas que apontam os benefícios da visão para o exterior, estão aquelas que sugerem que, em ambientes hospitalares, pacientes com visão para o exterior tem menor tempo de internação que aqueles em quartos sem vistas (JAFARIFIROOZABADI *et al.*, 2022). Além disso, a visão de espaços verdes, por exemplo, pode restaurar a atenção e recuperar o indivíduo de experiências estressantes, enquanto que muitas vezes apenas a exposição à luz do dia não se mostra eficaz em aprimorar a performance (LI; SULLIVAN, 2016).

Da mesma forma, estudos que exploram os benefícios relacionados ao contato com o ambiente externo propõem que, em ambientes onde a visão para o exterior não se faz possível ou não apresenta conteúdo de qualidade, este se dê por meio de janelas virtuais (ou “janelas falsas”) (SEN *et al.*, 2018; MAULINA; SUSANTO, 2023).

5 METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo apresentar o procedimento metodológico adotado no desenvolvimento da pesquisa, bem como estratégias e métodos utilizados com vistas a alcançar os objetivos propostos.

A metodologia tem como base a revisão bibliográfica já apresentada, sendo assim segmentada em duas etapas. A primeira compreende a elaboração de um *ckecklist* composto por requisitos para o atendimento à Iluminação Integrativa no ambiente de diálise. A segunda etapa, por sua vez, consiste na apresentação dos procedimentos para análise dos itens desse *checklist*. A aplicação do *checklist* neste trabalho se dará por meio da análise da sala de diálise da Unidade de Terapia Renal Substitutiva (UTRS) localizada no município de São Mateus, Espírito Santo.

A seguir apresenta-se os organogramas que sintetizam os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa. Na etapa de elaboração do *checklist* serão apresentadas as categorias, parâmetros e requisitos considerados essenciais na promoção da Iluminação Integrativa. São as seguintes categorias definidas na abordagem conceitual e que são aqui contempladas como integrantes de uma “Iluminação Integrativa”:

- 1) Iluminância;
- 2) Espectro e temperatura de cor;
- 3) Visão do exterior.

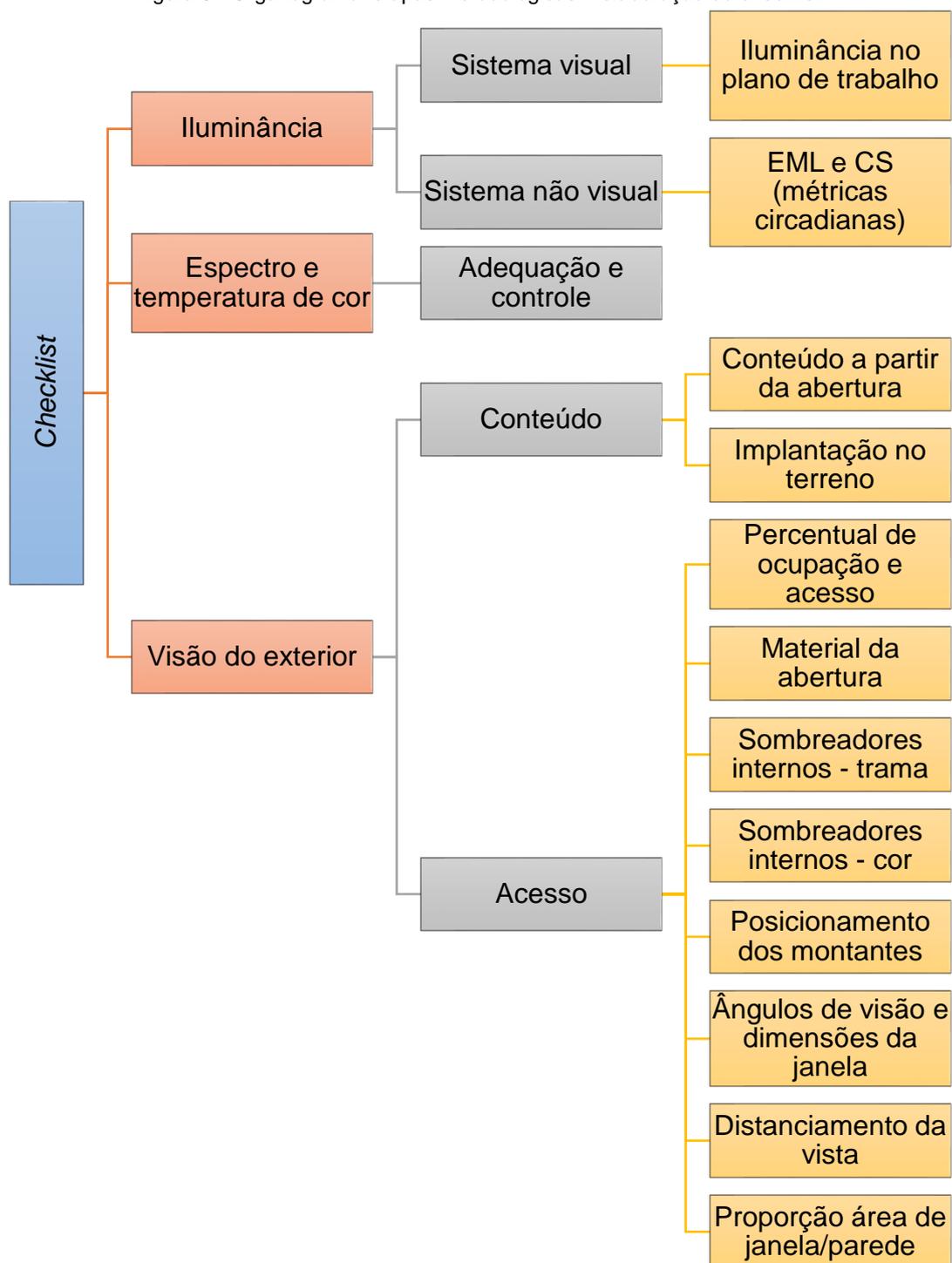
O estudo das categorias listadas permitiu a identificação de parâmetros, organizados em subgrupos, a fim de analisar os critérios pelos quais cada uma das categorias pode ser avaliada. Dessa forma, foram definidos para cada categoria os seguintes parâmetros:

- 1) Iluminância:
 - a. Sistema visual;
 - b. Sistema não visual.
- 2) Espectro e temperatura de cor:
 - a. Adequação e controle.

- 3) Visão do exterior:
- a. Conteúdo
 - b. Acesso.

Sendo assim, a etapa de elaboração do *checklist* pode ser representada, de forma resumida, em um organograma como o da Figura 8:

Figura 8 - Organograma: etapas metodológicas – elaboração do checklist.

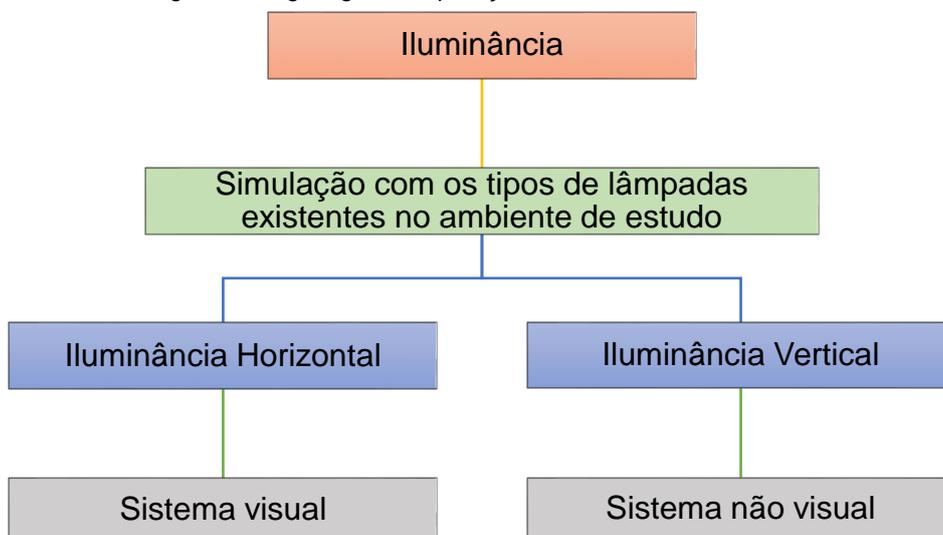


Na etapa de apresentação dos procedimentos para aplicação do *checklist*, os parâmetros considerados parte essencial na promoção de uma Iluminação Integrativa foram avaliados, em cada categoria, por meio dos requisitos identificados e listados no *checklist*. Para isso, foram definidas etapas para verificação dos requisitos propostos, considerando para cada categoria as particularidades do ambiente em estudo. Descreve-se a seguir o que se pretende analisar para cada categoria estudada:

- a) No que diz respeito à **Iluminância**, será investigado para os parâmetros “sistema visual” e “sistema não visual” humano:
- As possibilidades de atendimento à norma de desempenho visual e às métricas circadianas, simultaneamente, para o tipo e quantidade de lâmpadas existentes no ambiente.

A Figura 9 sintetiza as etapas para se alcançar os objetivos propostos. Tais procedimentos metodológicos serão descritos de forma mais detalhada no tópico 5.2.2 (Iluminância) deste capítulo.

Figura 9 - Organograma: Aplicação do *checklist* – Iluminância.

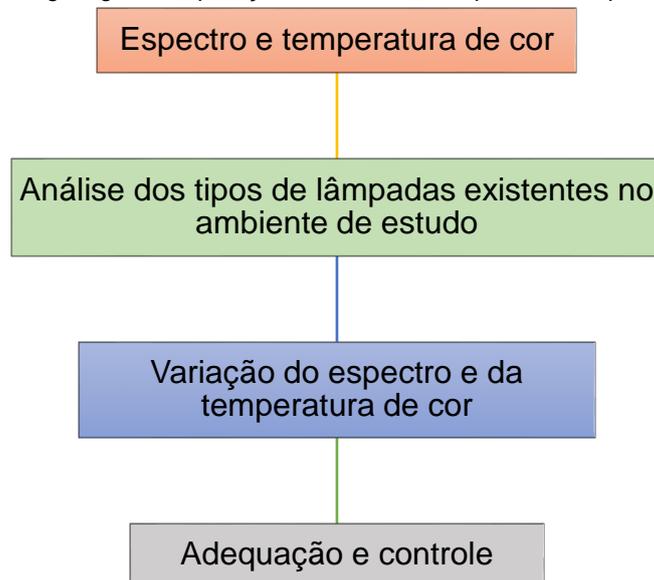


Fonte: A autora (2023).

- b) No que diz respeito ao **Espectro e temperatura de cor**, será investigado para o parâmetro “adequação e controle”:
- Se há, no ambiente em questão, um sistema de variação do espectro e temperatura de cor, seja ela luz natural ou artificial, que permita a dinâmica da iluminação.

A Figura 10 sintetiza as etapas para se alcançar os objetivos propostos. Tais procedimentos metodológicos serão descritos de forma mais detalhada no tópico 5.2.3 (Espectro e temperatura de cor) deste capítulo.

Figura 10 - Organograma: Aplicação do *checklist* – Espectro e temperatura de cor.

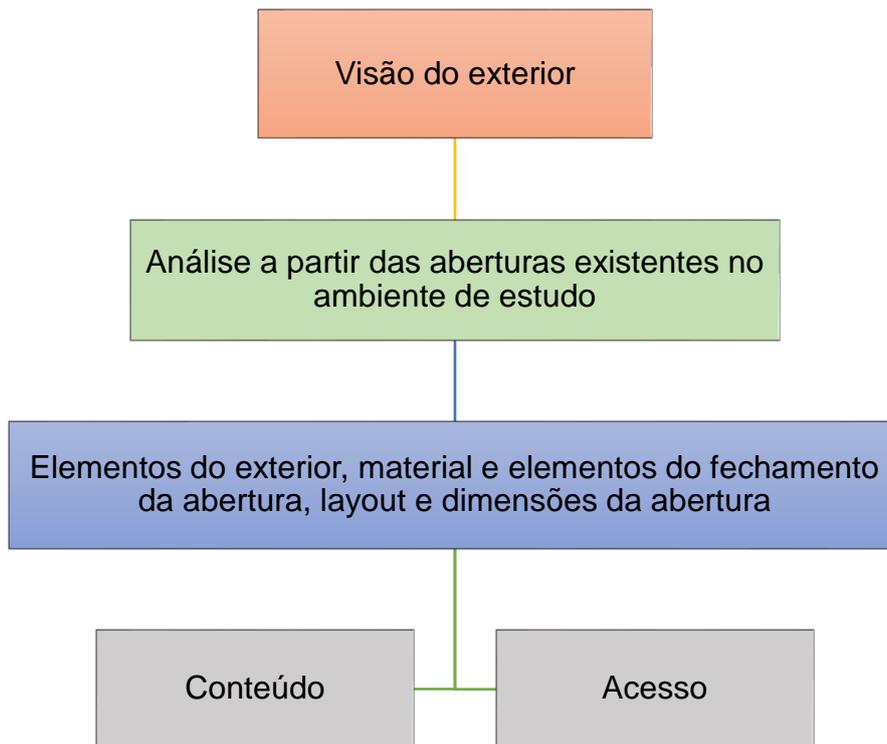


Fonte: A autora (2023).

- c) No que diz respeito à **Visão do exterior**, será investigado para os parâmetros “conteúdo” e “acesso”:
- Se o ambiente estudado atende aos requisitos listados: conter itens que sugiram conexão com o exterior, implantação próxima à elementos naturais ou urbanos, linha de visão para o exterior desobstruída, clareza da vista por meio do material da abertura e dos elementos que a compõem, posicionamento e número de montantes considerando a vista, ângulo de visão adequado para cada um dos ocupantes em relação à abertura, distanciamento mínimo do ocupante ao conteúdo da vista e proporção de abertura/área de piso adequada.

A Figura 11 sintetiza as etapas para se alcançar os objetivos propostos. Tais procedimentos metodológicos serão descritos de forma mais detalhada no tópico 5.2.4 (Visão do exterior) deste capítulo.

Figura 11 - Organograma: Aplicação do checklist – Visão do exterior.



Fonte: A autora (2023).

5.1 ELABORAÇÃO DO CHECKLIST

A partir da revisão bibliográfica apresentada, foram elencadas e agrupadas questões relacionadas às características ambientais consideradas essenciais na promoção de uma Iluminação Integrativa (iluminância, espectro e temperatura de cor, visão do exterior), aqui denominados “categorias”, para a construção de um *checklist*. O estudo de tais temáticas, ou seja, das categorias aqui listadas, permitiu elencar parâmetros que devem ser atendidos na promoção da Iluminação Integrativa.

Sendo assim, as categorias e os seus parâmetros serão reunidos em quadros. A partir daí, serão descritos requisitos a serem observados de forma a atender a cada um dos parâmetros da categoria analisada, de acordo com as premissas da Iluminação Integrativa.

5.1.1 Categoria 1: Iluminância

A partir do desenvolvimento da abordagem conceitual, levantou-se a primeira “categoria” a ser avaliada no ambiente da sala de diálise com relação à Iluminação Integrativa: a iluminância. A ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de ambientes de trabalho - especifica valores de iluminância a fim de proporcionar segurança visual no trabalho e atender as necessidades do desempenho visual. Além disso, a norma lista ambientes, tarefas ou atividades para quais os requisitos específicos de iluminação são dados. Para o ambiente de diálise, por exemplo, recomenda-se que a iluminância mantida (E_m) seja de 500 lux na superfície de referência, ou seja, o plano onde o trabalho é habitualmente realizado.

Dessa forma, acerca do “Sistema visual” como parâmetro para avaliação da iluminância, apresenta-se o Quadro 2. Entende-se que o ambiente, ao ser avaliado como “não adequado” em relação ao requisito proposto, deve permitir maior acesso à luz natural como fonte complementar ou viabilizar a troca das lâmpadas existentes por outras de maior intensidade.

Quadro 2 - Sistema visual.

1.1 Sistema visual	
1.1.1 Valores de Iluminância no plano de trabalho	
Adequado	Mínimo de 500 lux, no plano horizontal, no centro de cada cadeira
Não adequado	Abaixo de 500 lux, no plano horizontal, no centro de cada cadeira

Fonte: A autora (2022).

No que diz respeito ao “Sistema não visual” como parâmetro para avaliação da iluminância, foram identificadas duas métricas circadianas sendo discutidas entre a comunidade científica: o EML, ou Lux Melanópico Equivalente, e o CS, ou Estímulo Circadiano. Acerca do EML, a recomendação para o Projeto

de “Iluminação Circadiana” (termo utilizado pela WELL) indica que valores mínimos devem ser atingidos por pelo menos quatro horas, começando no máximo até o meio-dia, para que ocorra o alinhamento entre o ritmo circadiano e o ciclo claro-escuro, que é o ciclo de 24 horas do dia (IWBI, 2022). Para todos os espaços, exceto moradias, é indicado que as estações de trabalho usadas durante o dia utilizem a iluminação artificial para atingir os níveis recomendados. Os níveis a serem atingidos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Iluminação para pessoas ativas durante o dia.

Nível	Limiar		Limiar para projetos com luz natural	Pontos
1	Pelo menos 150 EML	OU	Pelo menos 120 EML	1
2	Pelo menos 275 EML	OU	Pelo menos 180 EML	3

Fonte: Adaptado de IWBI (2022).

O CS, por outro lado, estabelece valores que variam ao longo do dia, indicando melhores cenários para cada intervalo de horários. Tais valores são compreendidos em uma escala que varia de 0,1 a 0,7. Nesse sentido, um CS = 0,1 indica a supressão mínima de melatonina, ao passo que um CS = 0,7 indica a supressão máxima de melatonina. Sugere-se por exemplo que, em ambientes de longa permanência como os de atenção à saúde, ocorra a exposição por um tempo de uma hora a um CS de 0,3 ou mais nas primeiras horas do dia, como apresenta a Tabela 3. Dessa forma, seria possível proporcionar estímulos ao sistema circadiano e conseqüentemente melhorias na saúde e no bem-estar (KOTSENOS; TOPALIS; DOULOS, 2022; REA, FIGUEIRO, 2018).

Tabela 3 - Valores de CS durante o dia para quartos de paciente.

	Hora do dia	CS
	7:00h – 10:00h	0,3
	10:00h – 11:00h	0,3 – 0,2
	11:00h – 16:00h	0,2
	16:00h – 17:00h	0,2 – 0,1
	17:00h – final do dia	0,1

Fonte: Adaptado de *Lighting Research Center* (2020).

Dessa forma, acerca do “Sistema não-visual” como parâmetro para avaliação da Iluminância, apresenta-se o Quadro 3. Entende-se que o ambiente, ao ser avaliado como “não adequado” em relação ao requisito proposto, deve considerar um novo sistema de iluminação que compreenda as características observadas pelas métricas circadianas. Os procedimentos metodológicos de cálculo para verificação adequada serão apresentados no tópico 5.2.2 (Aplicação do *checklist* - Iluminância).

Quadro 3 - Sistema não visual.

1.2 Sistema não visual	
1.2.1 Valores de EML e CS (estímulo circadiano)	
Adequado	EML acima de 275 na ausência de luz natural e acima de 180 na presença de luz natural; Ou CS variando de 0,3 a 0,1 gradualmente no decorrer das horas do dia (ver tabela de referência).
Aceitável	EML acima de 150 na ausência de luz natural e acima de 120 na presença de luz natural; Ou CS de 0,3 nas primeiras horas e de 0,1 ao final do dia.

Não adequado	EML abaixo de 150 na ausência de luz natural e abaixo de 120 na presença de luz natural; Ou CS estático, sem variações ao longo do dia.
--------------	---

Fonte: A autora (2022).

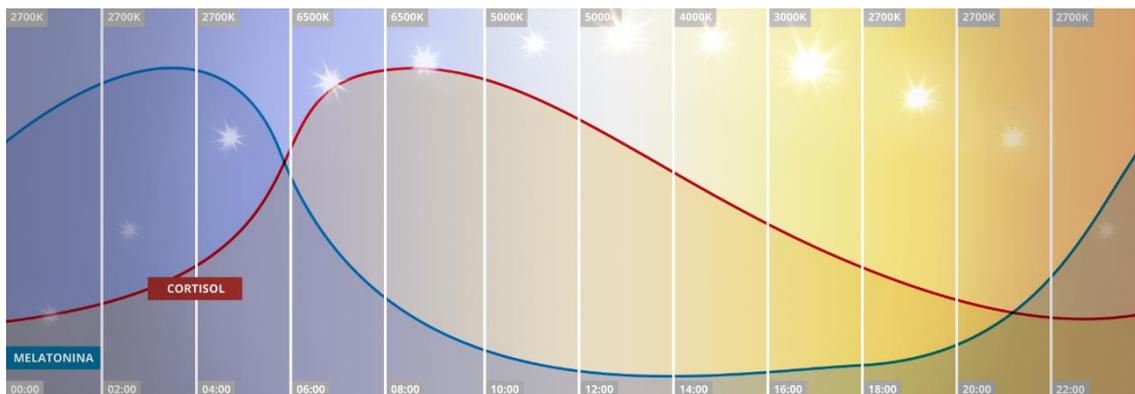
Assim, são definidos os requisitos para a categoria 01, “Iluminância”, no que diz respeito à promoção da Iluminação Integrativa em ambientes hospitalares, em específico as salas de diálise, no que se refere aos parâmetros “Sistema visual” e “Sistema não visual”, e obedecendo uma hierarquia de satisfação no atendimento ao requisito.

5.1.2 Categoria 2: Espectro e temperatura de cor

Em condições naturais, o olho humano é exposto diariamente a um padrão de luz e escuridão, o qual desempenha um papel crucial na regulação de um ciclo circadiano saudável (DAI *et al.*, 2018). Dessa forma, é benéfico ajustar dinamicamente a iluminação artificial para criar uma sensação de ritmicidade como acontece com o ciclo dia/noite, especialmente em ambientes com acesso restrito à luz natural, proporcionando um ambiente que promova a saúde circadiana (DAI *et al.*, 2016).

Nesse sentido, a indústria da iluminação já tem desenvolvido produtos com a finalidade de acompanhar o ciclo biológico humano. Exemplo disso, a fabricante brasileira BELLALUCE, por meio do sistema *Circadian System* (ou Controle espectral da luz), apresenta luminárias LED com sistema circadiano integrado. As luminárias possuem programação de tonalidade de cor (6500K / 5000K / 4000K / 3000K / 2700K), como apresenta a Figura 12, e mantém o fluxo luminoso da fonte (lúmens) aproximadamente constante e independente, variando somente a composição espectral.

Figura 12 - Variação da composição espectral da lâmpada ao longo do dia.



Dessa forma, acerca da “Adequação e controle” como parâmetro para avaliação do Espectro e Temperatura de Cor, apresenta-se o Quadro 4. Entende-se que, na impossibilidade de se obter no *checklist* o atendimento ao requisito proposto, seja provido um sistema de iluminação composto pela associação do tipo de lâmpada (temperatura de cor e espectro) às suas seções, para que esta possa ser acionada mecanicamente, mimetizando a dinâmica da luz natural.

Quadro 4 - Adequação e controle.

2.1 Adequação e controle - Espectro	
Atende	A composição espectral da fonte de luz artificial deve variar conforme as horas do dia e/ou o ambiente permite o acesso à luz natural ao longo do dia.
Não atende	Composição espectral estática ao longo do dia, seja pela ausência de acesso à luz natural ou da ausência de sistema dinâmico de iluminação artificial.
2.2 Adequação e controle – Temperatura de cor	
Atende	O ambiente deve permitir acesso visual à variação de temperatura de cor da luz natural ao longo do dia e/ou ter presença de iluminação artificial que permita variação da temperatura de cor ao longo do dia.

Não atende	O ambiente não permite acesso visual à variação de temperatura de cor da luz natural ao longo do dia e/ou não tem presença de iluminação artificial que permita variação da temperatura de cor ao longo do dia.
------------	---

Fonte: A autora (2023).

Assim, são definidos os requisitos para a categoria 2, “Espectro e temperatura de cor”, no que diz respeito à promoção da Iluminação Integrativa em ambientes hospitalares, em específico as salas de diálise, no que se refere ao parâmetro “Adequação e controle”, e obedecendo uma hierarquia de satisfação no atendimento ao requisito.

5.1.3 Categoria 3: Visão do exterior

A terceira categoria a ser explorada diz respeito à visão do exterior. Além de estudos que indicam os benefícios de se poder ver através de uma janela, pesquisas buscam avaliar a qualidade dessa vista por meio do atendimento aos requisitos considerados essenciais para um projeto arquitetônico focado no usuário (LIN *et al.*, 2022; LI; SAMUELSON, 2020). Nesse sentido, normativas e certificações tem buscado, por meio de seus métodos de avaliação, garantir aos ocupantes de um edifício o acesso a vistas de qualidade.

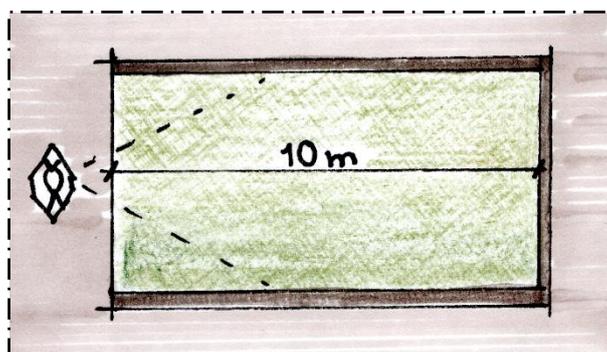
No que diz respeito ao conteúdo proporcionado pela vista, o Comitê Europeu de Normatização (CEN), por meio da normativa EN 17037:2018 – *Daylight in buildings*, incluiu a vista em suas recomendações e estabeleceu como requisito de projeto compreender três camadas distintas (céu, paisagem, solo), a fim de proporcionar uma visão adequada para o exterior (CEN - EN 17037:2018).

A certificação LEED v4.1 reforça tal recomendação ao sugerir entre seus requisitos para obtenção de créditos que a vista compreenda pelo menos dois itens que sugiram conexão com o exterior, sendo eles: fauna, flora ou céu;

movimento; objetos a pelo menos 7,5 metros do exterior do fechamento (USGBC, 2022).

Nesse mesmo sentido, a certificação BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), sugere que a vista contenha paisagem ou edifícios (em vez de apenas céu) ao nível dos olhos do usuário sentado (1,20 a 1,30 metros), idealmente através de uma janela externa. A certificação estabelece como alternativa, na impossibilidade de se obter tal requisito, que seja fornecida uma vista para um pátio interno ou átrio como cumprimento do requisito, desde que a distância entre a abertura e a parede do fundo do pátio ou átrio seja de pelo menos 10 metros, como exemplificado na Figura 13 a seguir (BREEAM, 2021).

Figura 13 – Vista para pátio interno/átrio.

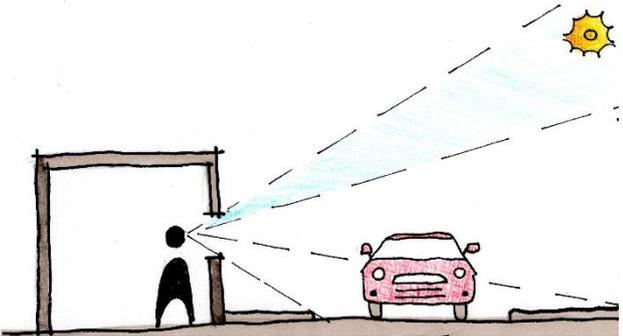
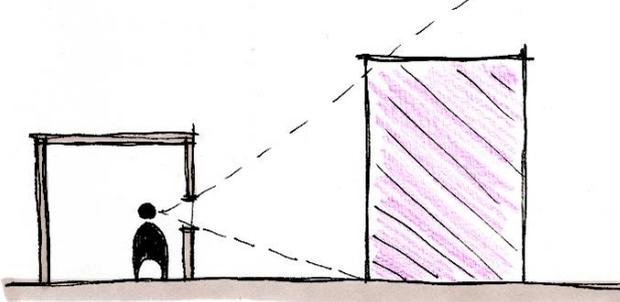
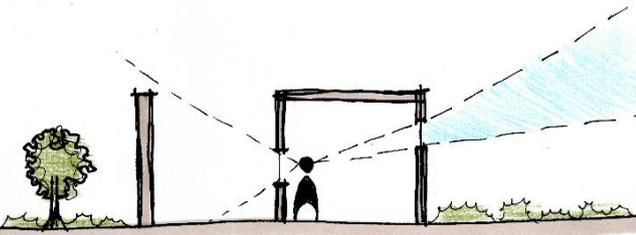


Fonte: A autora (2022).

Dessa forma, acerca do “Conteúdo da vista a partir da abertura”, apresenta-se o *checklist* no Quadro 5 a seguir. Na impossibilidade de se obter no *checklist* resultados que vão do ótimo ao regular, apresenta-se como alternativa fornecer uma visão desobstruída para um pátio interno, composto por elementos naturais e com distância entre a abertura e a parede do fundo do pátio de pelo menos 10 metros.

Quadro 5 - Conteúdo da vista a partir da abertura.

3.1 Conteúdo		
3.1.1 Conteúdo da vista a partir da abertura		
Ótimo	<p>a) Compreender três camadas distintas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Céu; • Paisagem (natural ou urbana); • Solo. 	
	<p>b) Compreender os três itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fauna, flora ou céu; • Movimento (trânsito, pessoas); • Objetos a pelo menos 7,5 metros do fechamento externo. 	
Bom	Compreender pelo menos dois dos itens:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Céu; • Paisagem (natural ou urbana); • Solo. 	

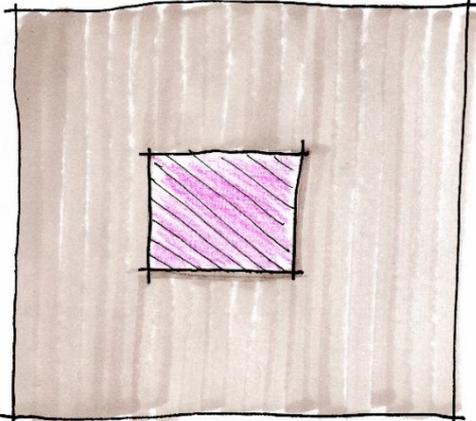
	<ul style="list-style-type: none"> • Fauna, flora ou céu; • Movimento (trânsito, pessoas); • Objetos a pelo menos 7,5 metros do fechamento externo. 	
Regular	Conter apenas paisagem urbana.	
Ruim	Conter apenas visão do céu ou outro elemento estático (exemplo, muros).	

Fonte: A autora (2022).

Ko *et al.* (2021) e Mihandoust *et al.* (2021) reforçam tais recomendações e acrescentam aos requisitos para uma vista de qualidade a proximidade a espaços verdes e/ou água e a observação da implantação do projeto no terreno. Sendo assim, acerca da “Implantação no terreno para qualidade da vista”, apresenta-se o *checklist* no Quadro 6 abaixo. Na impossibilidade de se obter resultados que vão do ótimo ao regular no *ckecklist*, apresenta-se como alternativa a criação de um jardim interno, composto por elementos naturais.

Quadro 6 - Implantação no terreno para qualidade da vista.

3.1 Conteúdo		
3.1.2 Implantação no terreno para qualidade da vista		
Ótimo	Proximidade à espaços verdes e/ou água em localidades com fluxo de veículos e pessoas.	
Bom	Proximidade à espaços verdes e/ou água, apenas.	
Regular	Proximidade à fluxo de veículos e pessoas, apenas.	

Ruim	Local sem proximidade à espaços verdes e/ou água ou fluxo de veículos e pessoas.	
------	--	--

Fonte: A autora (2022).

Da mesma forma, e no que diz respeito ao acesso à vista, a certificação LEED v4.1 orienta que seja proporcionada linha de visão direta para o exterior através de área envidraçada para pelo menos 75% de toda a área ocupada regularmente (USGBC, 2022). A certificação WELL, por sua vez, indica que o atendimento deve se dar para 50% dos ocupantes regulares, entendido como aqueles que permanecem pelo menos 30 horas por mês em pelo menos 5 dias dentro do ambiente sob avaliação (WIBI, 2022).

Entende-se por “linha de visão direta” uma linha reta entre o observador e o contexto observado livre de obstrução por qualquer elemento, por exemplo, parede, cortina, divisória ou qualquer outra barreira física que obstrua materialmente a visão do que está sendo observado (USGBC, 2022). Logo, é importante considerar o *layout* do ambiente, bem como as possibilidades de aproveitamento do espaço de acordo com seu formato.

Dessa forma, infere-se que o acesso à vista representa uma importante premissa para o bem-estar do usuário e que esta deve-se dar para o maior número possível destes. Assim, sobre o “Percentual de ocupação e acesso à vista”, apresenta-se o *checklist* no Quadro 7 abaixo. Na impossibilidade de se obter as condições apresentadas no *ckeecklist*, apresenta-se como alternativa a janela virtual, a qual vem sendo amplamente explorada acerca de seu papel na promoção do contato com o exterior e aperfeiçoamento da experiência do usuário (LASSONDE, GLOTH, BORCHERT, 2012; SEN *et al.*, 2018; KESCHNER *et al.*, 2022).

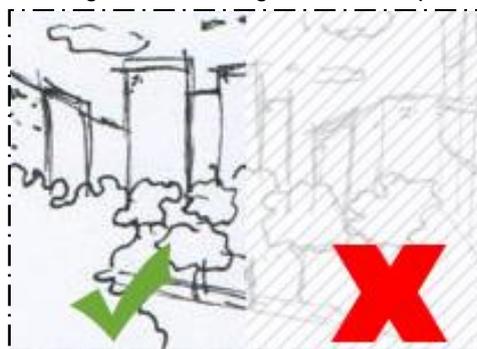
Quadro 7 - Percentual de ocupação e acesso à vista.

3.2 Acesso	
3.2.1 Percentual de ocupação e acesso à vista	
Ótimo	Linha de visão direta para o exterior para pelo menos 75% dos ocupantes.
Bom	Linha de visão direta para o exterior para pelo menos 50% dos ocupantes.
Regular	Linha de visão direta para o exterior para pelo menos 25% dos ocupantes.
Ruim	Linha de visão direta para o exterior inferior a 25% dos ocupantes.

Fonte: A autora (2022).

No que diz respeito ao material da abertura e a imagem proporcionada do exterior, a certificação LEED v4.1 e a normativa europeia CEN EN 17037:2018 estabeleceram entre os seus requisitos qualificadores os seguintes fatores: clareza, vista desobstruída, sem distorções e de cor neutra (LEED, 2019; CEN - EN 17037:2018). A Figura 14 a seguir exemplifica uma possível situação onde o material da abertura tem o potencial de influenciar a qualidade da vista externa.

Figura 14 - Clareza da imagem *versus* imagem distorcida pelo material da abertura.



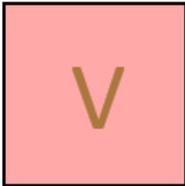
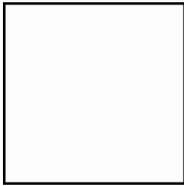
Fonte: A autora (2022).

Da mesma forma, nota-se que um material transparente de outra cor que não neutra pode ocasionar na interferência da reprodução da cor dos elementos que compõem a visão do exterior. Entretanto, para acesso à vista, um material

transparente pode confrontar questões de conforto térmico, visual, bem como de eficiência energética. Nesse sentido, entende-se que sua aplicação pode não ser viável à todas as condições climáticas onde estão inseridos os edifícios.

Assim, acerca das “Características do material da abertura”, apresenta-se o *checklist* do Quadro 8 abaixo. A existência de um material que configure a situação do ambiente estudado como “ruim” conduz à substituição do material da abertura, quando possível, como alternativa ao atendimento dos requisitos de “Acesso à vista”.

Quadro 8 - Características do material da abertura.

3.2 Acesso		
3.2.2 Características do material da abertura		
Ótimo	Material transparente, que promova clareza de imagem, vista desobstruída, sem distorções da imagem e cor do ambiente externo.	
Bom	Material transparente, de outra cor que não neutra, mas que permita a plena visualização do conteúdo exterior.	
Regular	Material translúcido.	
Ruim	Material opaco.	

Fonte: A autora (2022).

Ko *et al.* (2021) acrescentam ser importante considerar o Índice de Clareza da Vista (VCI) do material do elemento sombreador na abertura, quando este se fizer presente e necessário. Entende-se o VCI como uma nova métrica que busca analisar a clareza da vista quando considerados elementos de sombreamento e de fachada (KO *et al.*, 2015). É recomendado ainda que se permita o controle de tais elementos ao usuário, a fim de prover a clareza desejada.

Quando se trata de persianas de tecido, por exemplo, estudos mostram que tecidos mais escuros com maior Fator de Abertura (OF) - tramas mais abertas, de maior porosidade - alcançam pontuações mais altas na preferência dos usuários quanto à clareza, seguidos por tecidos de cores mais claras ainda com tramas abertas. Tecidos com trama mais fechada e de cores claras, por sua vez, recebem menor pontuação para clareza da vista, embora se mostrem ideais para a privacidade (KONSTANTZOS *et al.*, 2015).

Dessa forma, pode-se definir como “trama mais aberta” aquela que permite ver, a uma distância de dois metros, o contorno dos elementos externos. Uma “trama mais fechada”, por sua vez, pode ser definida como aquela que não permite que sejam identificados com clareza os elementos da vista externa. Considerando a prática usual de persianas de material sintético, como fibra de vidro e PVC, em ambientes hospitalares por sua praticidade e fácil limpeza, serão adotadas aqui suas aberturas de trama praticadas no mercado brasileiro para persianas residenciais em 1%, 3% ou 5%, porcentagem que determina se a trama do tecido será mais fechada, pouco aberta ou mais aberta.

É importante destacar a importância da trama na permeabilidade da vista através da abertura, uma vez que, considerando que cores claras são normalmente mais utilizadas em hospitais, é a partir de uma trama mais aberta que uma maior clareza será obtida. Assim, acerca das “Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – abertura da trama”, apresenta-se o *checklist* no Quadro 9 abaixo. Na impossibilidade de se obter resultados que vão do ótimo ao regular no *checklist*, apresenta-se como alternativa permitir o controle do usuário sobre o sistema de sombreamento interno, aliado ao fechamento transparente.

Quadro 9 - Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – abertura da trama.

3.2 Acesso	
3.2.3 Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – abertura da trama	
Ótimo	Tecidos com tramas “mais abertas” (trama 5%) e fechamento transparente.
Bom	Tecidos com tramas “pouco abertas” (trama 3%) e fechamento transparente.
Regular	Tecidos com tramas “mais fechadas” (trama 1%) e fechamento transparente.
Ruim	Tecidos com tramas “mais fechadas” (trama 1%) sem fechamento transparente.

Fonte: A autora (2022).

Embora a cor clara seja um fator de grande importância em vários aspectos nos elementos de uma unidade hospitalar, apresenta-se as indicações no que diz respeito à outras possibilidades de cor do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura considerando os estudos de KONSTANTZOS *et al.* (2015). Os autores demonstraram, em uma pesquisa envolvendo 18 indivíduos para avaliação da clareza da vista, que tecidos mais escuros com tramas mais abertas obtiveram os melhores resultados na preferência dos entrevistados, como é possível observar na Figura 15.

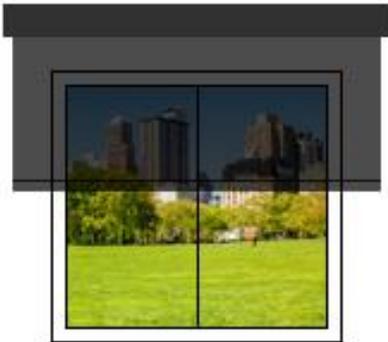
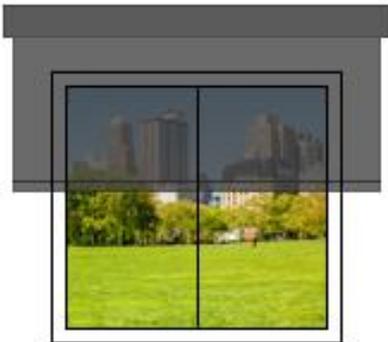
Figura 15 - Painéis com tecidos de cores diferentes para avaliação da clareza da vista.

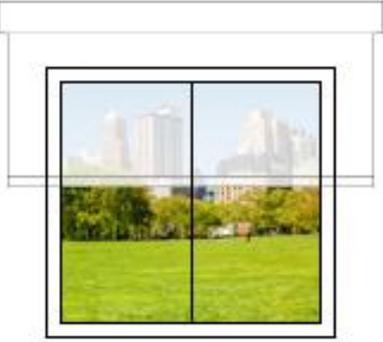


Fonte: Adaptado de KONSTANTZOS *et al.* (2015).

Assim, a fim de avaliar a cor dos dispositivos sombreadores internos da abertura relacionada à clareza da vista, será considerada a abertura das tramas de todos os tecidos indicados como “mais abertos” (trama 5%). Na impossibilidade de se atender adequadamente o *ckecklist* do Quadro 10 a seguir, apresenta-se como alternativa permitir o controle do usuário sobre o sistema de sombreamento interno, aliado ao fechamento transparente.

Quadro 10 - Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – cor.

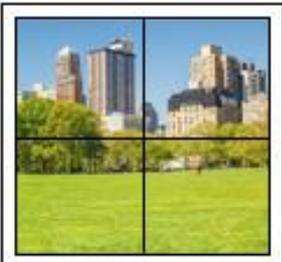
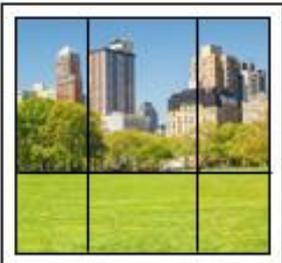
3.2 Acesso		
3.2.4 Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – cor		
Ótimo	Tecido de cor preta e fechamento transparente.	
Bom	Tecido de cor cinza e fechamento transparente.	

Regular	Tecido de cor branca e fechamento transparente.	
Ruim	Tecido de cor marrom e fechamento translúcido.	

Fonte: A autora (2022).

Além disso, deve-se ter atenção à posição de possíveis montantes na abertura, sejam estes verticais e/ou horizontais, uma vez que podem alterar a forma dos limites dos elementos externos que orientam os ocupantes sobre o que é visto (KO *et al.*, 2021). Assim, sobre o “Posicionamento dos montantes”, e considerando que este dependerá do conteúdo da vista, apresenta-se o *checklist* no Quadro 11 a seguir.

Quadro 11 - Posicionamento dos montantes.

3.2 Acesso		
3.2.5 Posicionamento dos montantes		
Ótimo	Abertura sem montantes.	
Bom	Montantes posicionados fora dos limites do conteúdo visto e imagem dividida em no máximo duas partes.	
Regular	Montantes posicionados fora dos limites do conteúdo visto e imagem dividida em no máximo quatro partes.	
Ruim	Montantes posicionados em conflito com os limites do conteúdo visto ou imagem dividida em mais de quatro partes.	

Fonte: A autora (2022).

Ainda em relação ao acesso como parâmetro para uma vista de qualidade, estudos e normativas buscam considerar os ângulos de visão horizontal e vertical experimentados por uma pessoa sentada em direção a uma

janela (KO *et al.*, 2021; PILECHHA *et al.*, 2020; USGBC, 2022; CEN - EN 17037:2018). O Grupo Heschong Mahone (2003) estabelece o Fator de Vista (VF) em uma escala de zero a cinco com base no ângulo vertical e horizontal mínimo a partir de cada ponto do espaço ocupado (usuário sentado e altura do olho a 1,20 metros do piso). Sendo assim, se este ângulo de visão for superior a 50 graus, a escala de 5 é concedida. Um VF igual ou superior a 3 significa um ângulo de visão de pelo menos 11 graus, ainda considerado coerente. As escalas de 2 e 1 correspondem aos ângulos de visão de janela mais baixos, considerados inaceitáveis. A escala de 1 é usada para ângulos de visão de cerca de 1 a 4 graus, indicando um campo de visão quase bloqueado.

Assim, acerca dos “Ângulos de visão externos em função das dimensões da janela”, apresenta-se o *checklist* do Quadro 12 abaixo. O atendimento a dois ou mais percentuais estabelecidos para cada nível de atendimento determinará a avaliação sobre o requisito. Na impossibilidade de se obter as condições que vão do ótimo ao regular apresentadas no *checklist*, apresenta-se como alternativa prover vegetação ao conteúdo da vista existente.

Quadro 12 - Ângulos de visão externos em função das dimensões da janela.

3.2 Acesso		
3.2.6 Ângulos de visão externos em função das dimensões da janela		
	Ângulo	Percentual de ocupação
Ótimo	>50	Mais de 75% dos lugares ocupados na sala.
	11<a>50	Até 25% dos lugares ocupados na sala.
	4<a>11	Até 25% dos lugares ocupados na sala.
	<4 ou sem visão para o exterior	0% dos lugares ocupados na sala.
Bom	>50	Entre 50% e 75% dos lugares ocupados na sala.

	11<a>50	Entre 50% e 25% dos lugares ocupados na sala.
	4<a>11	Entre 50% e 25% dos lugares ocupados na sala.
	<4 ou sem visão para o exterior	0% dos lugares ocupados na sala.
Regular	>50	Entre 25% e 50% dos lugares ocupados na sala
	11<a>50	Entre 50% e 75% dos lugares ocupados na sala
	4<a>11	Entre 50% e 75% dos lugares ocupados na sala
	<4 ou sem visão para o exterior	Até 25% dos lugares ocupados na sala
Ruim	>50	0% dos lugares ocupados na sala
	11<a>50	Entre 50% e 25% dos lugares ocupados na sala
	4<a>11	Entre 50% e 25% dos lugares ocupados na sala
	<4 ou sem visão para o exterior	Entre 50% e 75% dos lugares ocupados na sala

Fonte: A autora (2022).

Além disso, a comunidade científica explora a temática da profundidade da vista como marcador de qualidade, no que diz respeito a distância de seu conteúdo à abertura (PILECHHA *et al.*, 2020). Ko *et al.* (2021) apontam que tal distância deve ser maior que 6 metros, especialmente no contexto urbano, de modo a proporcionar características dinâmicas. Da mesma forma, a CEN EN

17037:2018 utiliza 6 metros como o mínimo aceitável para a distância do conteúdo da vista à abertura, enquanto a certificação LEED v4.1 sugere que vistas desobstruídas sejam localizadas a uma distância de 7,5 metros (CEN - EN 17037:2018; USGBC, 2022).

Assim, acerca do “Distanciamento da vista”, apresenta-se o *checklist* do Quadro 13 a seguir. Kent e Schiavon (2020) sugerem que, na impossibilidade de se promover o distanciamento dos elementos na vista, elementos naturais sejam integrados nas proximidades da abertura.

Quadro 13 - Distanciamento da vista.

3.2 Acesso	
3.2.7 Distanciamento da vista	
Ótimo	Proporcionar vista na qual elementos externos (conteúdo) estejam a pelo menos 7,5 metros de distância da abertura.
Bom	Proporcionar vista na qual elementos externos (conteúdo) estejam a pelo menos 6 metros de distância da abertura.
Regular	Vista com distância de até 3 metros da abertura.
Ruim	Vista com distância menor que 3 metros da abertura.

Fonte: A autora (2022).

Quanto às dimensões da abertura, entende-se que a proporção entre área de janela e parede configura um importante critério de avaliação. Parsaee *et al.* (2021) indicam que proporções de área de janela/parede entre 40% e 70% oferecem ótimas distribuições de acesso à vista, oferecendo 75% de probabilidade de obter vistas boas a amplas e menos de 25% de probabilidade de exposição a vistas ruins e quase bloqueadas. Por outro lado, considera-se a especificidade de cada legislação no que diz respeito ao limite mínimo estabelecido para a proporção entre área de janela/parede ou janela/piso nos códigos de obras, aqui identificado como “x”.

Da mesma forma, destaca-se a importância de se considerar as condições climáticas, bem como a implantação do edifício no terreno, quando relacionadas as dimensões da janela e questões como conforto térmico e ofuscamento. Sendo assim, apresenta-se o *checklist* do Quadro 14 a seguir. Considerando o atendimento ao requisito mínimo de área estabelecido pela legislação e, na condição de ser avaliado como “ruim” pelos requisitos estabelecidos no *checklist*, apresenta-se como alternativa prover à abertura existente elementos de proteção solar, passíveis de controle, aliados ao fechamento transparente, preservando a clareza da vista.

Quadro 14 - Proporção área de janela/parede.

3.2 Acesso	
3.2.8 Proporção área janela/parede	
Ótimo	40-70% sem incidência solar direta.
Bom	x-40% sem incidência solar direta (sendo “x” a proporção mínima estabelecida pelo código obras).
Regular	x-70% parcialmente sombreado (existência de elemento de proteção solar).
Ruim	x-70% com incidência solar direta (inexistência de elemento de proteção solar).

Fonte: A autora (2022).

Assim, são definidos os requisitos para a categoria 03, “Visão do exterior”, no que diz respeito à promoção da Iluminação Integrativa em ambientes hospitalares, em específico as salas de diálise, no que se refere aos parâmetros “Conteúdo” e “Acesso”, e obedecendo uma hierarquia de satisfação no atendimento ao requisito.

Apresenta-se a seguir o Quadro 15 (*Checklist*), que propõe uma síntese para aplicação das categorias, parâmetros e requisitos a serem observados nas salas de diálise de acordo com as premissas da Iluminação Integrativa. Para a

interpretação dos resultados obtidos na aplicação do *checklist*, foram adotadas as cores verde, amarelo, laranja e vermelho como forma de representação do grau de atendimento aos requisitos. As cores contribuem visualmente para a compreensão do grau de atendimento a estes e foram definidas a partir do entendimento científico de que o vermelho está associado à proibição, o laranja ao perigo, o amarelo a um sinal de advertência e o verde a apoio, permissão e sucesso (HELLER, 2000).

Quadro 15 - *Checklist* para a Iluminação Integrativa.

CATEGORIA	PARÂMETRO	REQUISITO				
1 Iluminância	1.1 Sistema Visual	1.1.1 Valores de iluminância no plano de trabalho	Adequado		Não adequado	
	1.2 Sistema Não Visual	1.2.1 Valores de EML e CS (estímulo circadiano)	Adequado	Aceitável		Não adequado
Observações sobre a categoria 1:						
2 Espectro e temperatura de cor	2.1 Adequação e controle	2.1.1 Espectro	Atende	Não atende		
		2.1.2 Temperatura de cor	Atende	Não atende		
Observações sobre a categoria 2:						
3 Visão do exterior	3.1 Conteúdo	3.1.1 Conteúdo da vista a partir da abertura	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.1.2 Implantação no terreno para qualidade da vista	Ótimo	Bom	Regular	Ruim

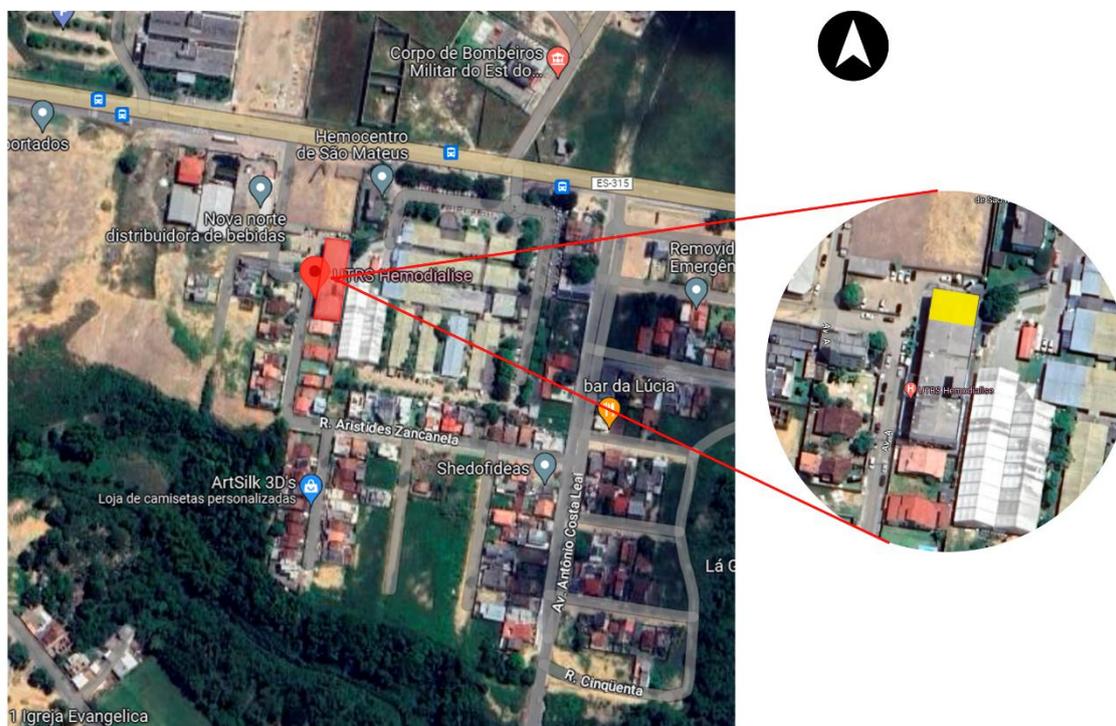
	3.2 Acesso	3.2.1 Percentual de ocupação e acesso à vista	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.2 Características do material da abertura	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.3 Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – abertura da trama	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.4 Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – cor	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.5 Posicionamento dos montantes	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.6 Ângulos de visão externo em função das dimensões da janela	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.7 Distanciamento da vista	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.8 Proporção área janela/parede	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		Observações sobre a categoria 3:				

5.2 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS ITENS DO *CHECKLIST*

5.2.1 Caracterização do objeto

Entende-se que a análise dos itens do *checklist* deve ser precedida da caracterização do objeto de estudo. Neste trabalho, o objeto de estudo para aplicação do *checklist* é uma sala de diálise da Unidade de Terapia Renal Substitutiva (UTRS), localizada no município de São Mateus, Espírito Santo ($18^{\circ} 43' 0'' S / 39^{\circ} 51' 34'' W$), como apresenta a Figura 16. O entorno da edificação compreende o Hospital Estadual Roberto Arnizaut Silvaes (HRAS), além de edificações residenciais e algumas áreas verdes isoladas. Estando a Unidade localizada em um bairro residencial, o fluxo de veículos e pessoas se dá predominantemente para acesso às residências, bem como às instalações da Unidade.

Figura 16 - Implantação do edifício destacada em vermelho; localização da sala no edifício em amarelo.



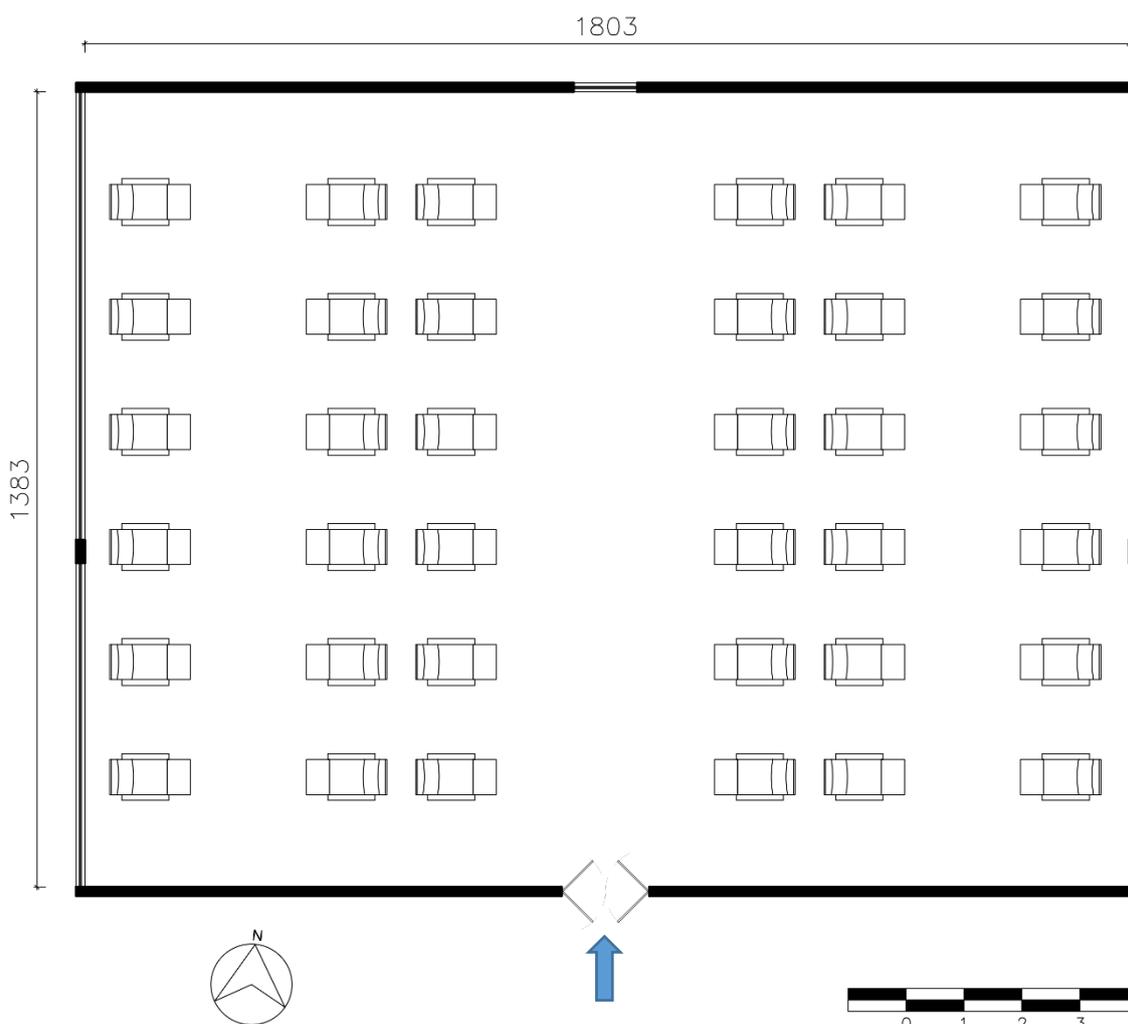
Fonte: Google Maps.

A Unidade possui apenas uma sala de diálise, localizada no pavimento térreo. O edifício possui 2 andares (térreo e primeiro pavimento) e realiza

atendimento aos pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS). Sua proximidade à unidade hospitalar do HRAS viabiliza o trânsito de profissionais e pacientes a partir do interior de suas instalações.

Na sala de diálise em estudo são desempenhadas atividades no período compreendido entre 7:00h e 21:00h, durante 6 dias da semana, onde é prestado atendimento a pacientes com insuficiência renal. A sala de diálise possui 18,03 metros de largura, 13,83 metros de profundidade, 2,85 metros de altura, com área de 249,35 m². Nela estão dispostas 36 poltronas distribuídas igualmente em seis fileiras, estando três fileiras à esquerda e três fileiras à direita do acesso principal marcado em azul, como apresenta a Figura 17. As poltronas localizadas nas fileiras laterais da sala se voltam para o interior da sala, contrárias às aberturas existentes. As poltronas dispostas mais ao centro, por sua vez, posicionam-se a partir do encontro de seus encostos.

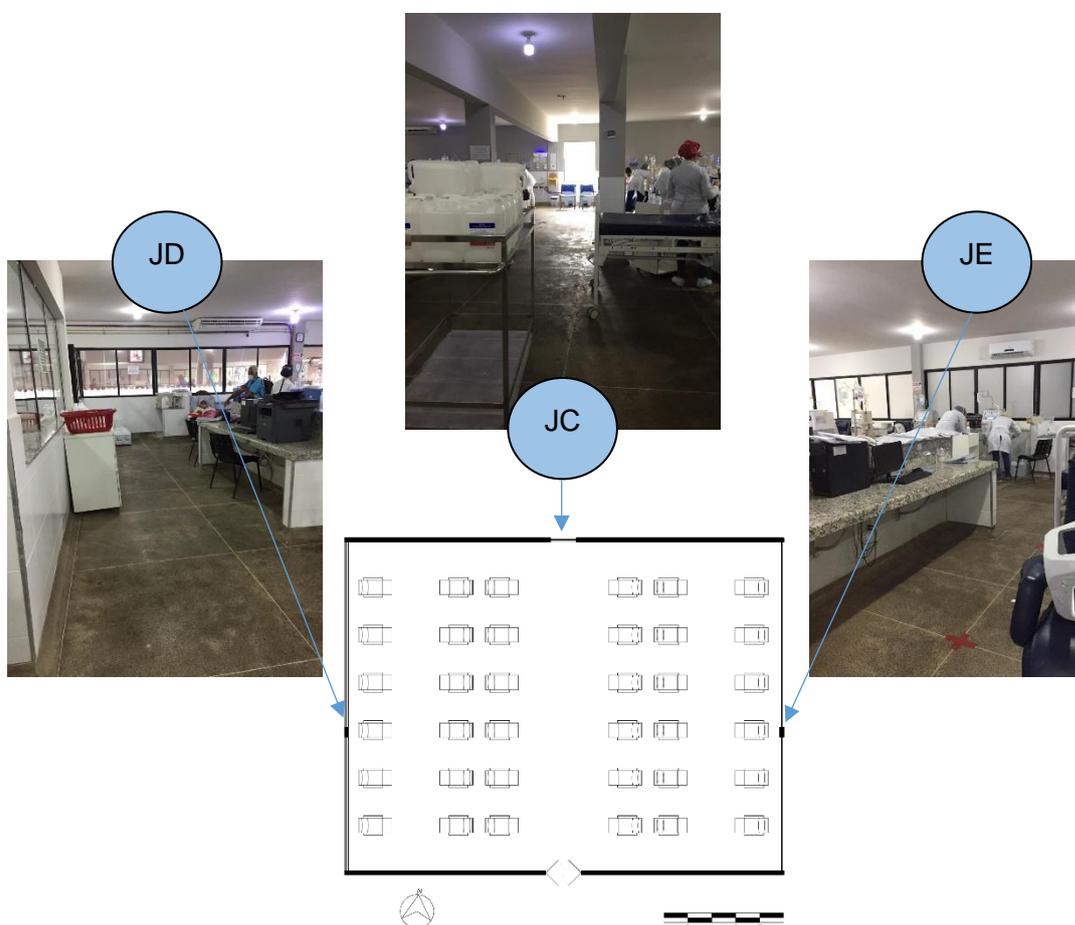
Figura 17 - Dimensões da sala de diálise estudada com *layout* (cadeiras).



Fonte: A autora (2022).

O ambiente possui janelas contínuas nas laterais da sala (direita e esquerda, a partir do acesso principal), além de uma janela com peitoril baixo na parede oposta ao acesso, como apresenta a Figura 18. A janela da direita (JD) e a janela da esquerda (JE) possuem comprimento igual à profundidade da sala (13,83 metros), com um metro de altura e peitoril com altura de 1,10 metros. A janela para o corredor central (JC), oposta ao acesso, por sua vez, possui 1,10 metros de comprimento, 1,50 metros de altura e peitoril com altura de 0,60 metros. Em relação às superfícies internas do ambiente, essas caracterizam-se por piso de cor escura, paredes claras e teto claro.

Figura 18 - Localização das janelas e características das superfícies da sala.

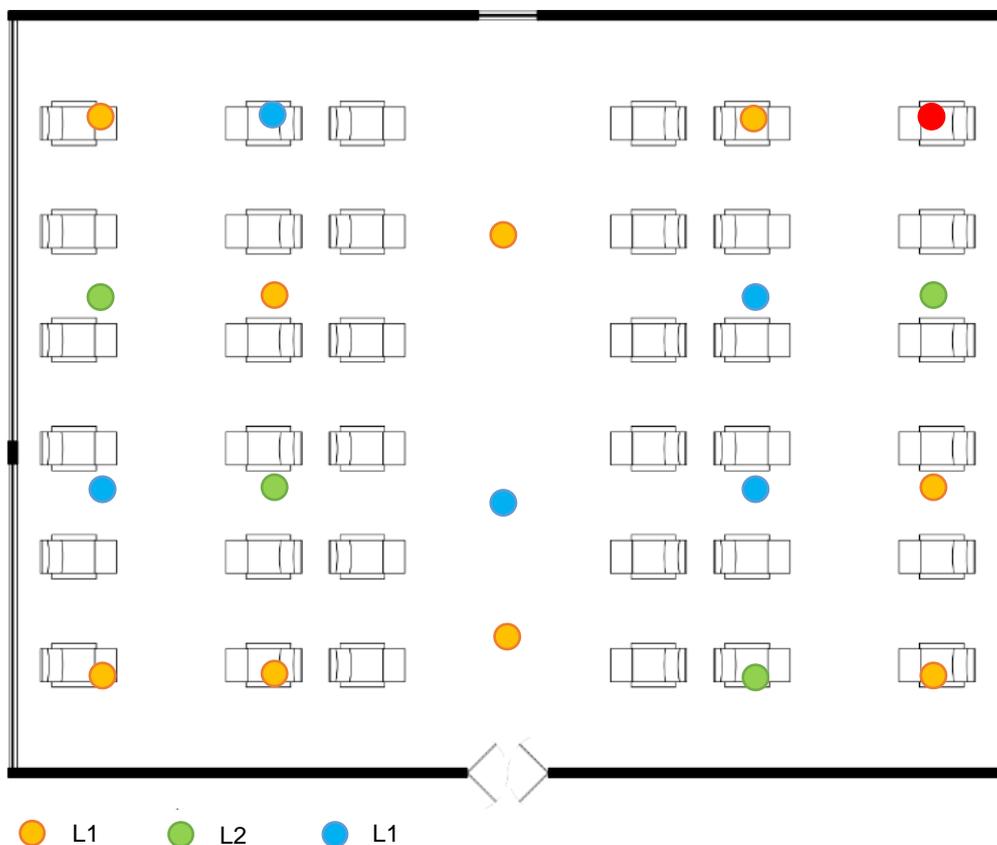


Fonte: A autora (2022) / Acervo pessoal.

A iluminação artificial no ambiente se dá por meio de 19 lâmpadas em LED (*Light Emitting Diode*) no teto da sala de diálise, tendo sido identificados três tipos diferentes de lâmpadas dispostas aleatoriamente. A Figura 19

apresenta a disposição das lâmpadas em planta baixa, caracterizadas como L1, L2 e L3.

Figura 19 - Pontos de iluminação com posicionamento das lâmpadas L1, L2 e L3 no teto da sala de diálise estudada.



Fonte: A autora (2022).

Apesar de não aparentar homogeneidade de aparência de cor, o acesso aos dados disponibilizados pelo fabricante permitiu verificar semelhanças entre as lâmpadas no que diz respeito à sua Temperatura de Cor Correlata (TCC). Essa e demais características das lâmpadas são apresentadas no Tabela 4.

Tabela 4 - Características da lâmpada selecionada para cada cenário.

Características	Luminária L1	Luminária L2	Luminária L3
Potência	13 W	16 W	22 W
Fluxo Luminoso	1310 lm	1521 lm	2300 lm
Temperatura de cor	6500K	6500K	6500K

Fonte: Philips Lighting (2022).

A partir da caracterização do objeto, segue-se à apresentação dos procedimentos para análise dos itens do *checklist* e verificação do atendimento aos parâmetros considerados essenciais na promoção da Iluminação Integrativa.

Entende-se, dessa forma, que tais procedimentos possam ser utilizados em outros ambientes, que não a sala de diálise, a fim de serem avaliados de acordo com a metodologia apresentada.

5.2.2 Iluminância

No que diz respeito à Iluminância e sua influência sobre os parâmetros “**Sistema visual**” e “**Sistema não visual**” humano, serão avaliados no *checklist* requisitos considerados essenciais na promoção de uma Iluminação Integrativa. Para isso, propõe-se que seja realizada simulação computacional, permitindo a obtenção dos dados de Iluminância no ambiente.

Para a etapa de simulação e obtenção dos dados de Iluminância, será utilizada como ferramenta o *software* DIALuxEvo 10.0. O *software* utiliza o método de cálculo “*Photon Shooting*”, onde a luz é distribuída nas superfícies visíveis do ambiente, utilizando o fóton como unidade de medida. Dessa forma, a luminância ou a iluminância são determinadas a partir do número de fótons por área de superfície e de seu conteúdo energético, aproximando-se consideravelmente da forma como acontece a distribuição real da luz no ambiente (WITZEL, 2012). O DIALux possibilita a simulação e visualização das condições de iluminação em um ambiente, seja a fonte de luz natural ou artificial (NURROHMAN *et al.*, 2021). Neste trabalho, por sua vez, será considerada apenas a contribuição da luz artificial no ambiente.

A ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de ambientes de trabalho – recomendada níveis de iluminação para cada tarefa ou atividade. Tais níveis são fornecidos como “Iluminância mantida” (Em), onde o plano no qual a tarefa ou atividade são realizadas é considerado como a superfície de referência. Dessa forma, para obtenção dos dados de Iluminância Horizontal (Eh), será adotado um plano de cálculo horizontal correspondente à área onde a tarefa é realizada, bem como a altura dessa superfície de referência ao piso. Por outro lado, para obter os dados de Iluminância Vertical (Ev), deverá ser realizada a

inserção de pontos de cálculo no centro de cada área ocupada, utilizando para o cálculo a altura e o ângulo de incidência da luz correspondentes ao posicionamento do olho do usuário.

A etapa de simulação para a iluminação artificial deverá considerar o arquivo de dados fotométricos no formato *IES (Illumination Engineering Society)* disponibilizado pelo fabricante da luminária para o cálculo da Iluminância. Da mesma forma, a simulação deverá contar com as informações de refletância, de acordo com as características das superfícies internas, correspondente à uma situação próxima à situação real. Os valores de Iluminância obtidos permitirão a verificação do atendimento aos requisitos estabelecidos no *checklist* para o parâmetro “**Sistema visual**”.

Da mesma forma, para o parâmetro “**Sistema não visual**”, serão utilizados os dados de E_v obtidos na etapa de simulação, bem como as informações de Temperatura de Cor Correlata (TCC) e Distribuição Espectral de Potência (DEP) da lâmpada no cálculo do estímulo circadiano. Essa etapa se dará por meio da utilização das métricas Lux Melanópico Equivalente (EML) e Estímulo Circadiano (CS).

O procedimento mais preciso para o cálculo do EML consiste em utilizar a DEP da fonte de luz no preenchimento da planilha “*Melanopic Ratio*” para determinação da constante de cálculo (R). A ferramenta permite inserir os dados de radiância espectral de acordo com os comprimentos de onda (λ), no valor compreendido entre 380 nm e 860 nm, a cada 5 nm. Dessa forma, o cálculo se desenvolve a partir da Equação (1).

$$EML=L \times R \quad (1)$$

onde, EML = Lux Melanópico Equivalente (EML);

L = Lux Fotópico (lux);

R = constante de cálculo.

O cálculo do CS, por sua vez, deve considerar os dados de E_v ponto a ponto obtidos na etapa de simulação (cálculo no centro de cada área ocupada,

com altura e ângulo de incidência da luz correspondentes ao posicionamento do olho do usuário), a TCC e a DEP da fonte luminosa, sendo então inseridos na ferramenta *CS Calculator* para obtenção dos resultados, como apresenta a Figura 20.

Figura 20 - Ferramenta *CS Calculator*.



Fonte: *Lighting Research Center* (2022).

O resultado obtido no cálculo sugerido por ambas as métricas é um número de EML e CS que diz respeito ao impacto da luz sobre o ritmo fisiológico humano, também chamado de “arrastamento”, devido à influência externa pelo qual ocorre.

5.2.3 Espectro e temperatura de cor

Para verificação do parâmetro “**Adequação e controle**”, propõe-se analisar o ambiente a ser estudado no que diz respeito ao espectro e temperatura de cor das fontes de luz natural e artificial. No que se refere à luz natural, será avaliada sua disponibilidade na sala de diálise, por meio do acesso a esta, seja ela uma luz natural direta ou refletida, permitindo uma experiência dinâmica ao longo do dia. Para isso, a investigação se dará por meio de observação a partir do interior da sala, a fim de verificar seu atendimento. Entende-se que, não havendo acesso visual à luz natural, um sistema dinâmico de iluminação artificial deverá ser provido.

Nesse sentido, a iluminação artificial será avaliada quanto ao seu espectro e temperatura de cor, no que diz respeito à sua variação ao longo do dia. Dessa forma, deverão ser quantificadas as lâmpadas existentes e classificadas de acordo com seu espectro e temperatura de cor, por meio da análise das informações disponibilizadas pelo fabricante da lâmpada. Da mesma forma, serão avaliados os circuitos de acionamento existentes e sua associação à cada tipo de lâmpada.

Para isso, é necessário que seja feita visita ao ambiente em quatro momentos, sendo três durante o dia (em uma faixa de horário no início da manhã, próximo ao meio dia e ao fim da tarde) e um à noite. Deve-se observar também a localização e o horário de funcionamento do espaço. O propósito de tal procedimento é verificar como ocorre o acionamento da luz artificial nestes períodos do dia, onde será observado o número de lâmpadas acionadas e a característica de espectro e temperatura de cor das lâmpadas.

5.2.4 Visão do exterior

No que diz respeito ao parâmetro **“Conteúdo da vista a partir da abertura”**, propõe-se que seja realizado levantamento fotográfico para verificação dos elementos que compõem a visão exterior. Os registros devem ser feitos a partir de um posicionamento externo à janela, mais próximo a ela, com a intenção de compreender todo o potencial de vista da abertura. Além disso, os registros do conteúdo externo também devem ser feitos a partir de um posicionamento interno, mais próximo a abertura, com o intuito de verificar o acesso ao conteúdo de vista provido pela abertura.

Sobre a **“Implantação no terreno para qualidade da vista”**, propõe-se realizar a verificação do atendimento aos requisitos propostos por meio de: pesquisa no *site Google Maps*, a partir da visualização do mapa e imagens de satélite; e também por meio do reconhecimento do local da implantação ao caminhar pelas áreas adjacentes. A partir desses procedimentos, é

recomendado documentar, tanto por registro fotográfico quanto por anotações e imagens, as informações coletadas para análise.

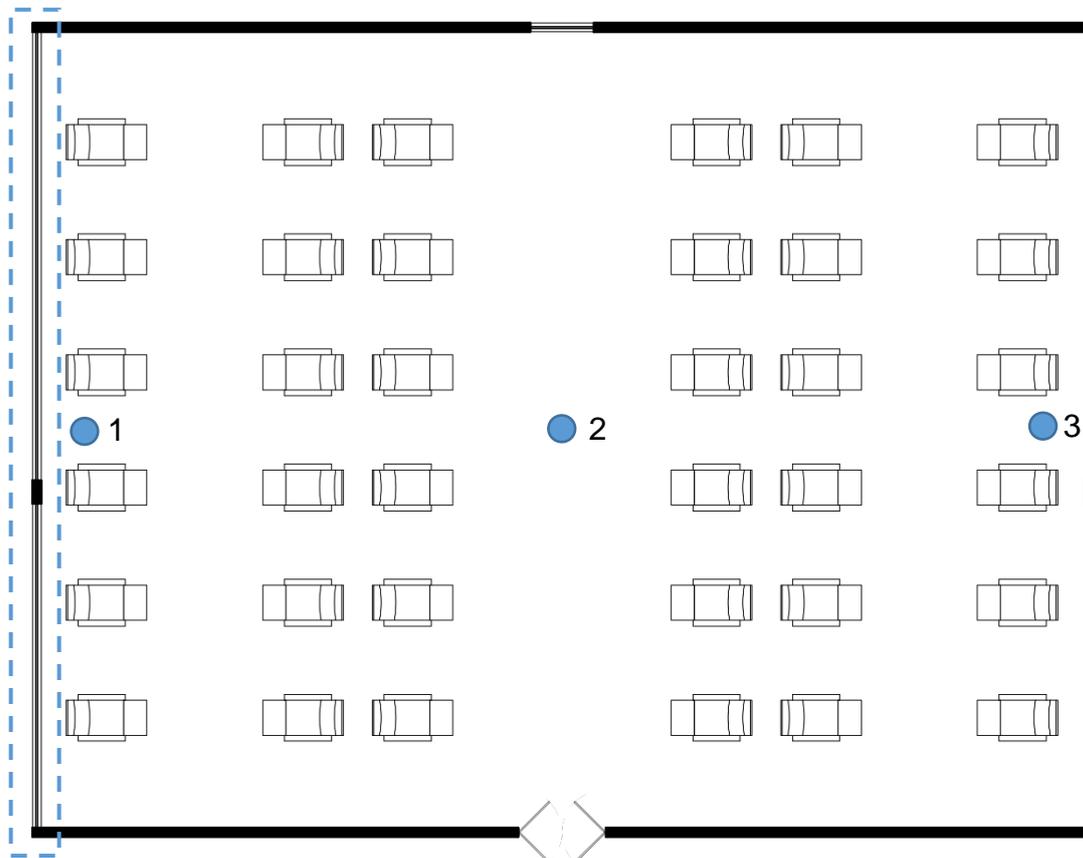
No que diz respeito ao “**Percentual de ocupação e acesso à vista**”, entende-se que o procedimento mais adequado para aplicação do *checklist* seria ocupar, momentaneamente, cada espaço ocupado pelos usuários da sala, com o intuito de verificar o acesso à vista em linha reta, livre de obstruções, para cada um destes. Na impossibilidade de aplicar a metodologia dessa forma (pela logística do funcionamento do espaço, por exemplo) propõe-se traçar linhas retas em planta baixa, do espaço ocupado às aberturas para as quais estes se voltam, de modo que seja possível verificar o atendimento ao requisito proposto.

Acerca das “**Características do material da abertura**”, será realizado percurso no interior e no exterior da edificação para averiguar a composição do material da abertura. O percurso no interior se dará nas proximidades da janela, a fim de verificar não apenas as características físicas do material, mas a impressão visual que se tem deste. Um material translúcido, por exemplo, na ausência de luz, pode parecer opaco. Dessa forma, a decisão de percorrer também o exterior da edificação se deu por meio da constatação de que as características do material podem variar conforme a disponibilidade de luz no exterior. Por esse motivo, recomenda-se que a correta identificação do material da abertura, além de ser feita no interior e no exterior da edificação, seja feita por meio de observação em diferentes horários do dia, em função do acesso da luz a essa superfície.

Para verificação do parâmetro “**Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – abertura da trama**”, a análise poderá ser feita do dispositivo posto, caso ele se faça presente, ou do elemento a ser adicionado à face interior da abertura, quando da intenção de inseri-lo. Ocorrendo como no segundo caso, o fabricante deverá ser consultado no que diz respeito às características de abertura da trama para que seja realizada a escolha conforme os requisitos listados no *checklist*. Por outro lado, caso o dispositivo já se faça presente e ocasionalmente não se tenha informações do seu fabricante, recomenda-se que seja realizada observação a partir do interior da sala, podendo ser feita dos seguintes posicionamentos: (1)

um posicionamento o mais próximo da abertura; (2) um posicionamento central, e (3) um posicionamento mais distante da janela dentro da sala, como na Figura 21.

Figura 21 – Posicionamentos para verificação do requisito "Abertura da trama".



Fonte: A autora (2023).

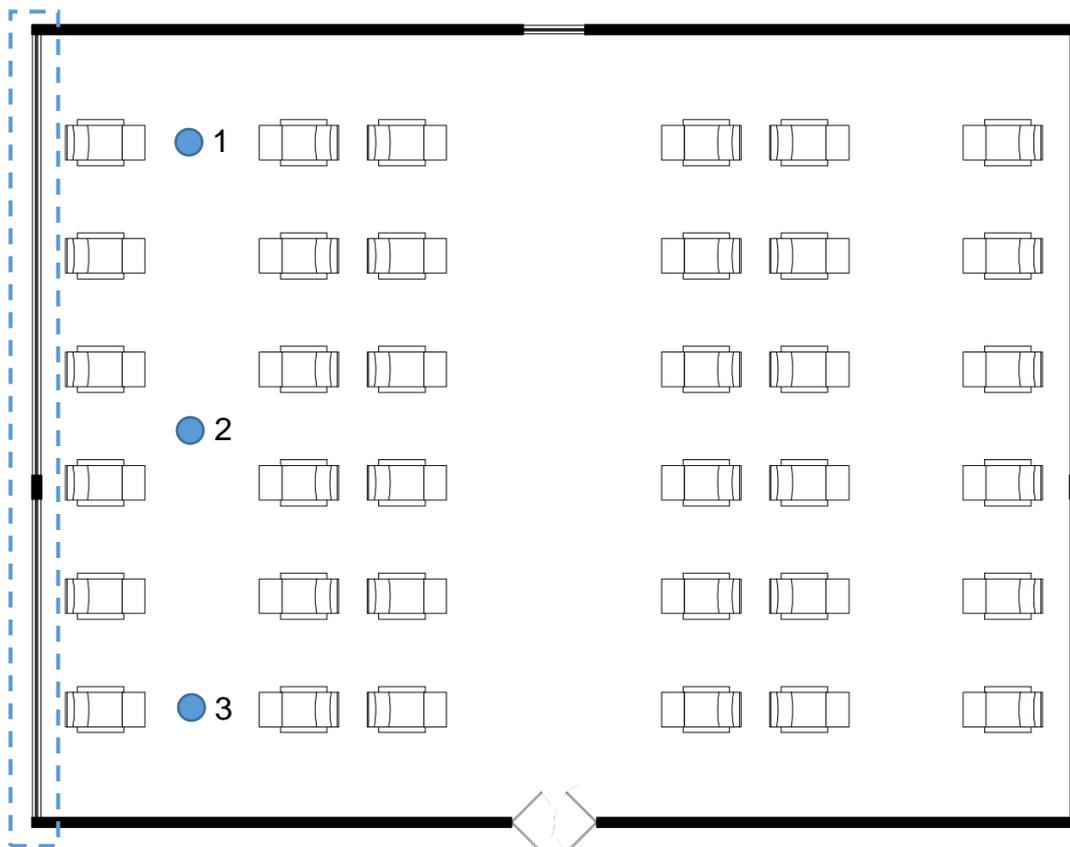
Tal procedimento tem como objetivo verificar a capacidade de acesso à vista da abertura aliada às características de abertura da trama do dispositivo existente. Recomenda-se ainda que o material seja avaliado em diferentes horários do dia ou, em outro caso, na presença direta de luz, para que seja corretamente identificado o acesso à vista com base nas características de abertura da trama dos dispositivos sombreadores internos da abertura.

No que diz respeito ao parâmetro “**Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – cor**”, é proposto, da mesma forma, a observação a partir do interior da sala. Tem-se como objetivo verificar a cor dos dispositivos sombreadores internos, no *checklist* identificados por sua composição em tecido, bem como análise da cor desse elemento aliada às características do material da abertura. Recomenda-se que o material seja

avaliado em diferentes horários do dia ou, em outro caso, na presença direta de luz, para que seja corretamente identificado o acesso à vista com base nas características de cor dos dispositivos sombreadores internos da abertura.

Sobre o “**Posicionamento dos montantes**”, será verificado, por observação, tanto sua presença quanto o seu posicionamento. No que se refere à sua presença, será verificado a quantidade destes na área de janela existente. Embora o *checklist* não determine a relação mais adequada entre área de janela e número de montantes, adotou-se, pela prática usual, uma janela de tamanho convencional (1,20x1,00m) como um “quadro de visão”, a fim de relacionar a área total da abertura ao número de montantes existentes. O intuito desse procedimento é verificar, de forma proporcional, se o número de montantes existentes em determinada área de janela corresponde aos requisitos estabelecidos pelo *checklist*, preservando a integralidade da visão que se tem da imagem a partir da abertura. A análise do posicionamento dos montantes, por outro lado, se dará como recomendado pelo *checklist*: será verificado se os limites dos elementos que compõem o que é visto são preservados. Para isso, foram adotados três pontos de análise, paralelos às janelas existentes para cada fileira de cadeira, com o intuito de verificar a influência do posicionamento dos montantes nos limites do que é visto externamente para os ocupantes do espaço, como apresenta a Figura 22.

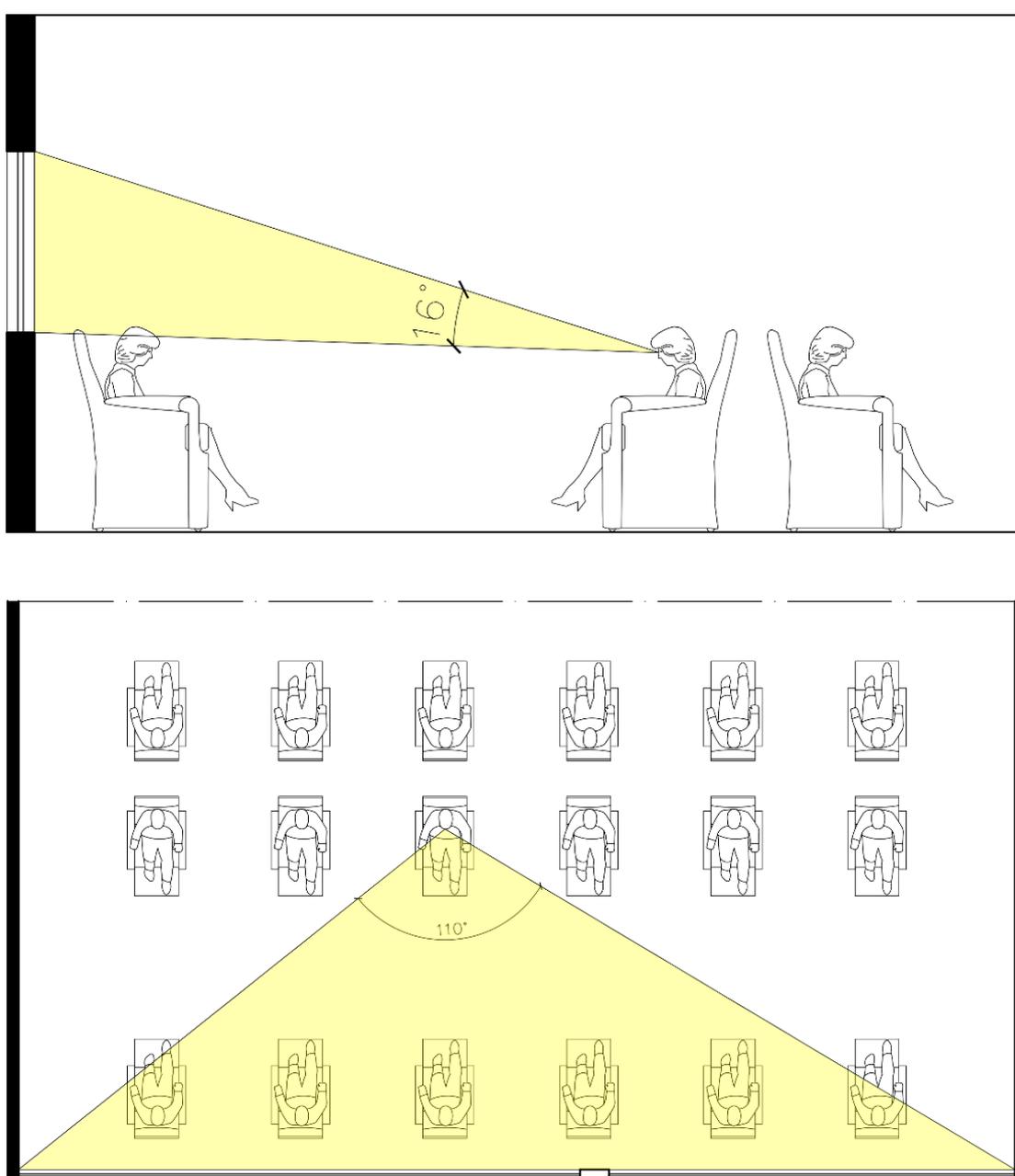
Figura 22 - Posicionamentos para verificação do requisito "Posicionamento dos montantes".



Fonte: A autora (2023).

No que diz respeito aos **“Ângulos de visão externa em função das dimensões da janela”** é proposto que o cálculo seja realizado para cada cadeira, no que diz respeito aos ângulos de visão horizontal e vertical. Tal procedimento será realizado a fim de avaliar o atendimento às condições estabelecidas no checklist. Para isso, será utilizado como referência de cálculo o layout existente, considerando informações reais como: dimensões da janela (largura, altura, altura do peitoril), altura do olho do usuário e distância do usuário à janela. Assim, recomenda-se que os ângulos verticais e horizontais sejam calculados como apresentado na Figura 23 a seguir.

Figura 23 - Referência para cálculo: acima, ângulos verticais; abaixo, ângulos horizontais.



Fonte: A autora (2023).

Acerca do “**Distanciamento da vista**”, entende-se que o procedimento mais adequado para verificação do requisito seja medir a distância a partir de um ponto central junto à abertura no exterior da edificação até o elemento componente da vista. Na possibilidade de a vista compreender mais de um elemento, propõe-se que a avaliação considere o elemento que esteja mais distante, o que representaria maior adequação aos requisitos estabelecidos pelo *checklist*.

Por fim, a verificação do parâmetro “**Proporção área de janela/parede**” poderá ser realizada a partir de cálculo simples que relacione as informações de área da janela e parede, onde uma proporção igual a 100% representaria uma área de janela igual a área total da parede. A análise deve considerar ainda a incidência solar na abertura, por meio da obtenção da carta solar da latitude especificada, bem como a existência de elemento de proteção junto à abertura.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo expõe a análise dos resultados da aplicação do *checklist* na sala de diálise da Unidade de Terapia Renal Substitutiva de São Mateus. Será apresentada a compilação dos dados obtidos a fim de indicar o atendimento aos requisitos considerados essenciais para a Iluminação Integrativa.

6.1 ILUMINÂNCIA

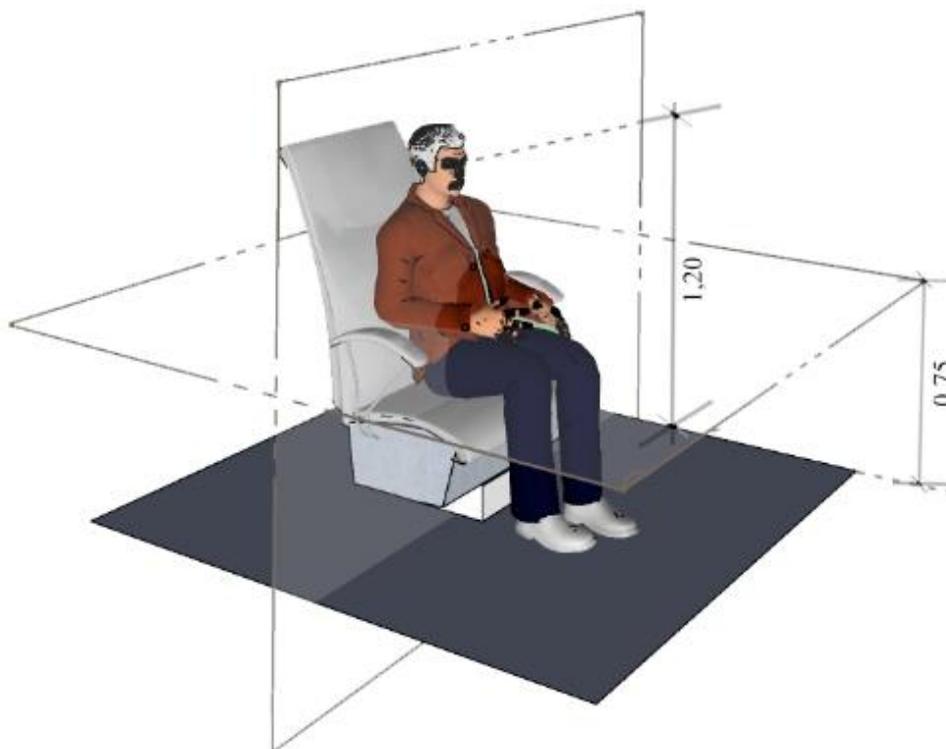
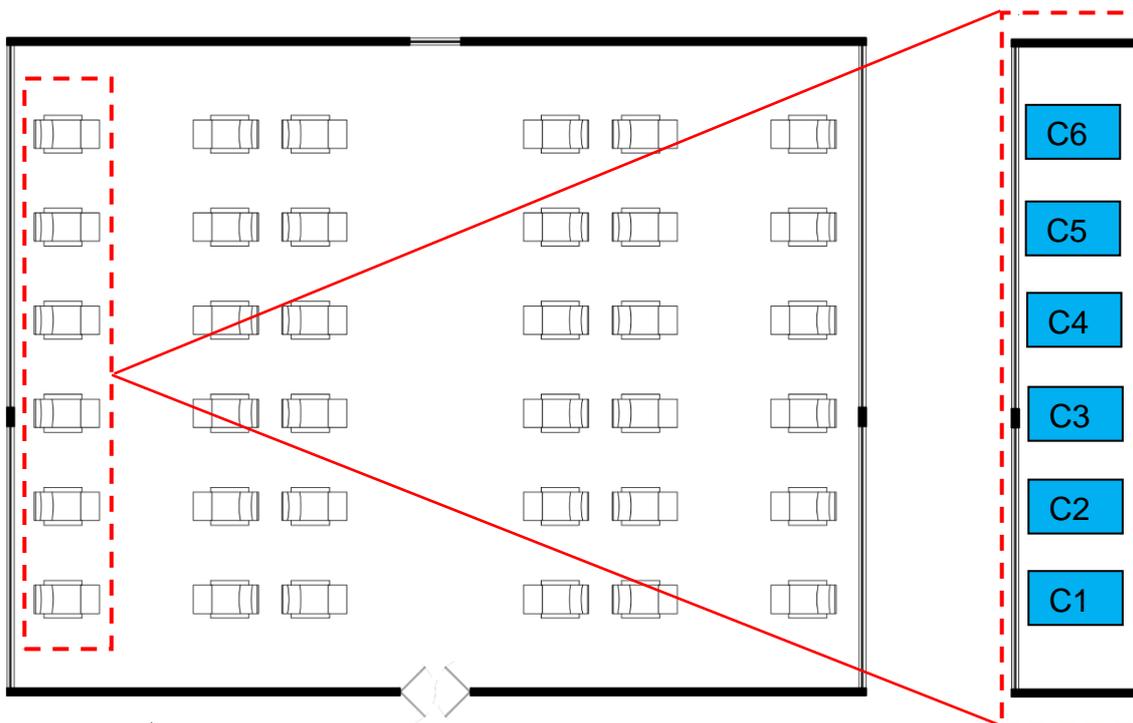
6.1.1 Valores de Iluminância no plano de trabalho

Como exposto anteriormente, A ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013 recomenda valores de iluminância tendo como referência o plano onde ocorre determinada tarefa ou atividade. Desta forma, para a sala de diálise em estudo, será considerada como superfície de referência a poltrona do paciente.

Assim, para obtenção dos dados de Iluminância Horizontal (E_h), um plano de cálculo horizontal correspondente à área ocupada por cada cadeira foi criado a 0,75 metros de altura do piso. Por outro lado, para obter os dados de Iluminância Vertical (E_v), foi realizada a inserção de pontos de cálculo no centro de cada cadeira a 1,20 metros do piso, de forma a simular a altura e o ângulo de incidência da luz no olho de um paciente sentado.

É sabido que a análise da iluminância segundo os requisitos listados no *checklist* são de caráter pessoal, ou seja, deve ser realizada para cada usuário individualmente, a fim de verificar tanto o atendimento à norma quanto o potencial circadiano do espaço, por meio da iluminação natural e/ou artificial. Assim, optou-se por considerar apenas a contribuição da iluminação artificial e selecionar uma região da sala de diálise para análise, apresentada na Figura 24.

Figura 24 - Acima, planta baixa da sala com *layout* (destaque para região selecionada para análise); abaixo, perspectiva com informações de altura dos planos de cálculo.



Fonte: A autora (2022).

Dessa forma, foram considerados para análise da iluminação artificial os três tipos de lâmpadas identificados na caracterização do objeto. Assim, a simulação foi realizada para três situações distintas, caracterizadas como SL1,

SL2 e SL3, onde cada uma delas representou um cenário composto totalmente por cada um dos tipos identificados, apresentados na Tabela 5.

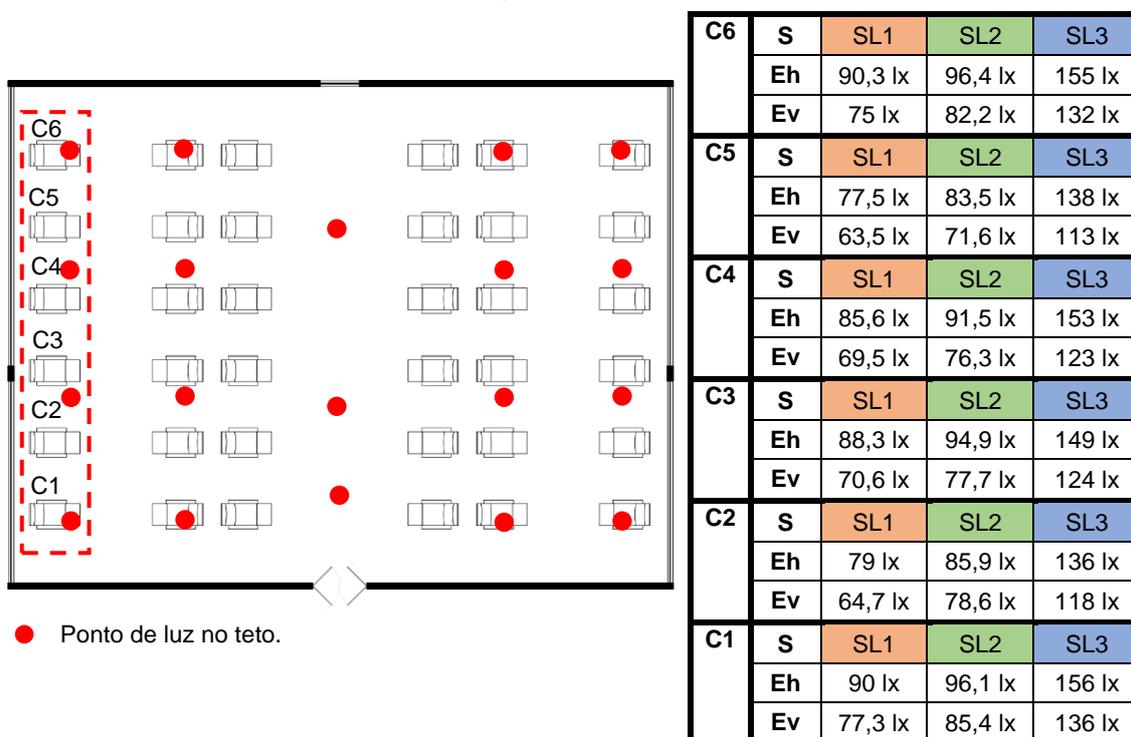
Tabela 5 - Características da lâmpada selecionada para cada cenário.

Características	Luminária L1	Luminária L2	Luminária L3
Potência	13 W	16 W	22 W
Fluxo Luminoso	1310 lm	1521 lm	2300 lm
Temperatura de cor	6500K	6500K	6500K

Fonte: Philips Lighting (2022).

O arquivo de dados fotométricos no formato IES (*Illumination Engineering Society*) de cada lâmpada disponibilizado pelo fabricante das luminárias foi utilizado nesta etapa. Em relação às superfícies internas do ambiente, foram consideradas para simulação as refletâncias internas, correspondente à uma situação próxima à situação real: piso = 0,30, parede = 0,70, teto = 0,70. O posicionamento das luminárias na sala, bem como os valores de E_h e E_v obtidos na simulação são apresentados na Figura 25.

Figura 25 – À esquerda, planta baixa da sala de diálise (destaque para a região de estudo selecionada e posicionamento das cadeiras e luminárias); à direita, respectivos valores de E_v e E_h obtidos em cada cadeira para SL1, SL2 e SL3.



Fonte: A autora (2022).

A análise permite concluir que o requisito “Valores de iluminância no plano de trabalho” caracteriza-se como “não adequado” uma vez que, para a região da

sala selecionada, foi possível observar que os valores de E_h obtidos não alcançaram o valor mínimo de 500 lux especificado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 em nenhuma das situações. Como alternativa, sugere-se que sejam utilizadas luminárias complementares para que tais valores de iluminância sejam alcançados nos momentos em que a tarefa é realizada por profissionais na sala. Os dados de E_v obtidos, por sua vez, serão utilizados na obtenção dos valores de EML e CS.

6.1.2 Valores de EML e CS (estímulo circadiano)

A etapa de simulação permitiu também que fossem avaliados os níveis de estímulo decorrentes da exposição à luz artificial no ciclo circadiano dos pacientes na sala de Terapia Renal Substitutiva (sala de diálise), a partir da obtenção dos valores de E_v ponto a ponto. Dessa forma, foram utilizados os dados de E_v , temperatura de cor correlata (TCC) e distribuição espectral de potência (DEP) no cálculo do estímulo circadiano por meio das métricas Lux Melanópico Equivalente (EML) e Estímulo Circadiano (CS).

Para o cálculo do EML, o valor de E_v foi multiplicado pela constante de cálculo (R) de 0,86, obtida por meio da ferramenta “*Melanopic Ratio*” a partir do preenchimento da planilha com a DEP de cada fonte de luz. Dado a indisponibilidade dos dados de DEP no site do fabricante das fontes selecionadas, foram inseridos na planilha de cálculo os dados de DEP de uma lâmpada de LED com mesma temperatura de cor e espectro semelhante ao das lâmpadas selecionadas para a simulação.

Pode-se dizer que a totalidade dos valores obtidos para cada cadeira nas três situações analisadas não atendem o mínimo aceitável de 150 EML na ausência de luz natural, necessário nas primeiras horas do dia para supressão da melatonina e consequente alinhamento do ritmo circadiano. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores de EML obtidos.

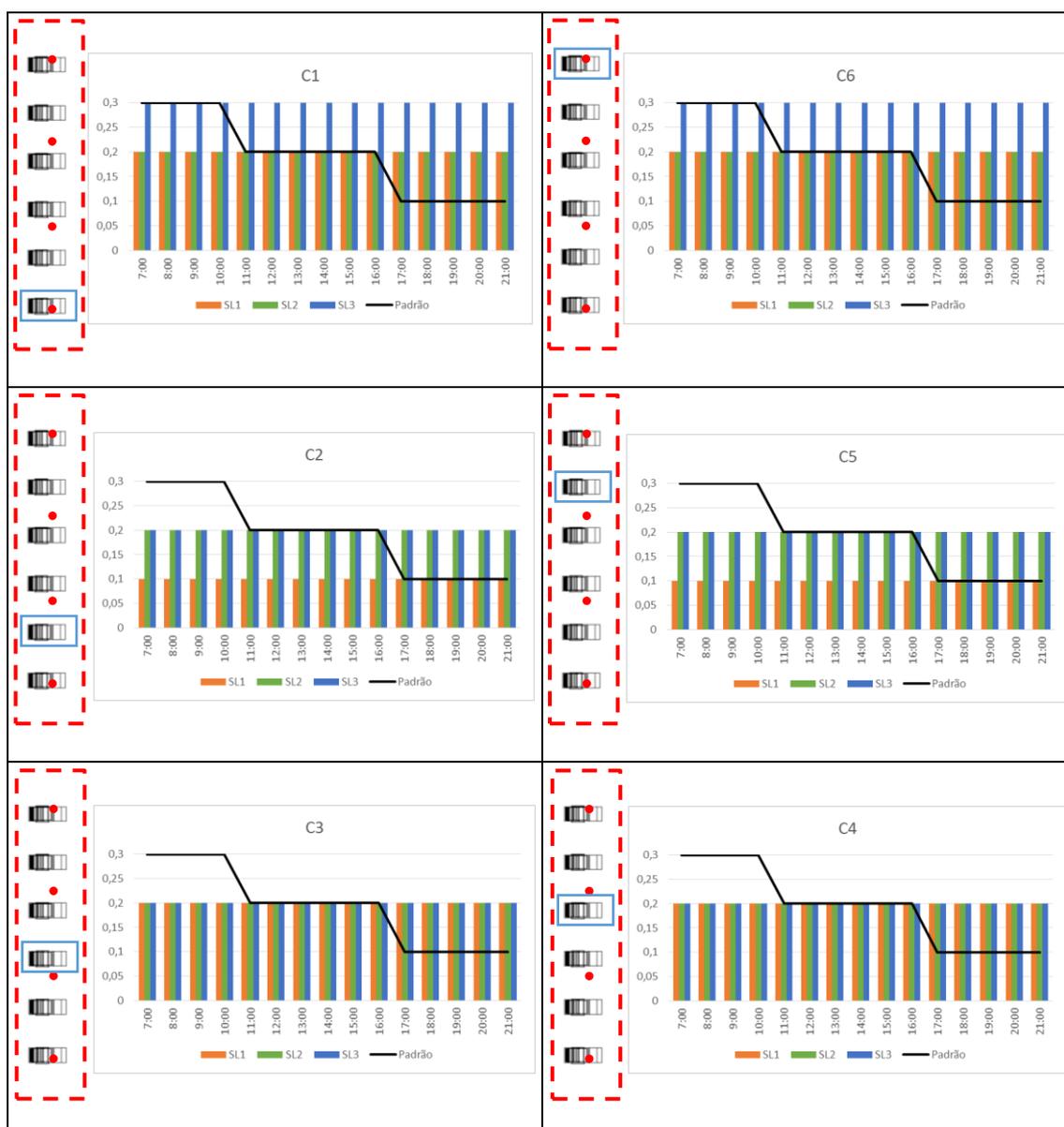
	SL1	SL2	SL3
C6	65	71	114
C5	55	62	97
C4	60	66	106
C3	61	67	107
C2	56	68	101
C1	66	73	117

Fonte: A autora (2022).

Para o cálculo do CS, foi escolhida a temperatura de cor e arquivo de fonte padrão disponibilizado pela ferramenta *CS Calculator* cujo DEP se assemelhou ao das fontes utilizadas neste estudo. Os resultados obtidos são apresentados na sequência de gráficos da Figura 26 e demonstraram atendimento parcial para cada situação simulada, uma vez que a métrica determina valores de referência para diferentes intervalos de horário do dia.

No que se refere às cadeiras C1 e C6, é possível observar que apenas a situação SL3 atende aos valores recomendados para o período da manhã (7h às 10h), uma vez que o valor de CS se dá em função dos valores de iluminância que são, nesse caso, mais altos no período da manhã. Já no período compreendido entre o fim da manhã e período da tarde (11h às 16h), onde o CS deve ser mais reduzido, o atendimento ocorre para as situações SL1 e SL2. Tal condição justifica-se pelo fato de que, nesse caso, apenas situações de menor valor de iluminância conseguem satisfazer o valor de CS. Para o período da noite (17h às 21h) não há atendimento aos valores de referência em nenhuma das situações. Para as cadeiras C2 e C5, somente no período da tarde é possível observar o atendimento, nas situações SL2 e SL3. Para o período da noite, apenas a situação SL1, de menor valor de iluminância, atende os valores recomendados para o CS. Por fim, para as cadeiras C3 e C4 o atendimento se deu apenas no período da tarde, para todas as situações estudadas.

Figura 26 - Valores de CS obtidos comparado aos valores recomendados (padrão) para cada cadeira.



Fonte: A autora (2022).

A simulação computacional e o cálculo das unidades circadianas permitiram verificar a ocorrência do atendimento aos valores estabelecidos na norma de desempenho e nas métricas circadianas. Embora os valores de iluminância obtidos para avaliação do requisito “Valores de iluminância no plano de trabalho” o caracterizem como “não adequado”, em determinados horários do dia, esses mesmos valores de iluminância satisfazem ao EML e ao CS. Isso provavelmente ocorre devido à ausência de um sistema de controle da iluminação que permita o atendimento aos valores estabelecidos em diferentes atividades e horários do dia.

Além disso, observou-se que existe forte relação entre o posicionamento da fonte de luz artificial, o layout e o estímulo circadiano, uma vez que a distribuição das lâmpadas na sala trouxe resultados semelhantes para pares de cadeiras quando relacionados sua localização e o posicionamento da lâmpada. Nesse sentido, há de se pensar o layout de forma a atender adequadamente os níveis de estímulo necessários para que ocorra a sincronização dos ritmos biológicos com as condições ambientais de iluminação. Considerando a rotina do espaço estudado, a ocupação das cadeiras de diálise conforme horário do dia mostra-se como estratégia adequada para atendimento às métricas circadianas.

A análise revela ainda a necessidade de um sistema dinâmico de iluminação, com a inserção de fontes de luz artificial que atendam os valores da ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, do EML e do CS ao longo do dia, ou até mesmo a possibilidade de inserção da luz natural como fonte complementar, sendo esta controlada pelo usuário, ora por dispositivos externos, ora por dispositivos internos (cortinas e persianas). Assim, a análise permite concluir que o requisito “Valores de EML e CS” caracteriza-se como “não adequado”, uma vez que seu atendimento não se dá para todos os horários e para todos os lugares ocupados da região selecionada.

Os resultados do *checklist* para a categoria “Iluminância” são apresentados de forma resumida no Quadro 16 a seguir.

Quadro 16 - Resultados do *checklist* para a categoria "Iluminância".

CATEGORIA	PARÂMETRO	REQUISITO				
1 Iluminância	1.1 Sistema Visual	1.1.1 Valores de iluminância no plano de trabalho	Adequado			Não adequado
	1.2 Sistema Não Visual	1.2.1 Valores de EML e CS (estímulo circadiano)	Adequado	Aceitável		Não adequado

Fonte: A autora (2022).

6.2 ESPECTRO E TEMPERATURA DE COR

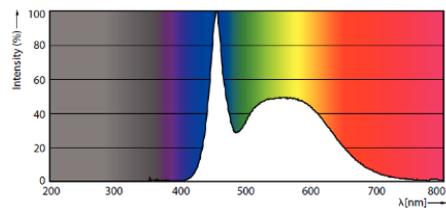
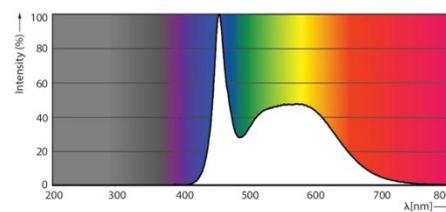
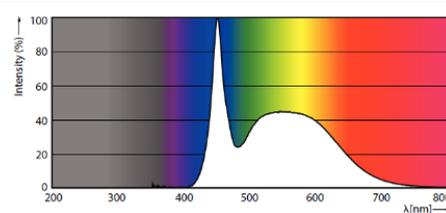
No caso específico da UTRS, é observado seu funcionamento diurno e noturno. Para a característica da cidade de São Mateus, com grandes períodos de radiação solar, e considerando o horário de funcionamento da clínica (entre 7:00h e 21:00h), foi realizada visita em três momentos do dia: no início da manhã (entre 7:00h e 8:00h) e final da tarde (entre 16:00h e 17:00h), com vistas a caracterizar uma possível incidência solar direta na abertura lateral (em função de menor altura solar nesse horários) bem como o acionamento das lâmpadas; e por volta do meio dia (entre 11:30h e 12:30h), devido a uma altura solar elevada, com vistas a identificar possíveis contrastes luminosos em função de um ambiente mais escuro no espaço interno, e também o acionamento das lâmpadas. Também foi realizada visita no período noturno, com o objetivo de verificar como se dá o acionamento das lâmpadas/circuitos nesse período.

Foi possível observar que, durante o dia, a luz natural acessa o ambiente interno. Entretanto, observou-se o acionamento das lâmpadas nos três momentos visitados durante o dia (manhã, meio dia e fim do dia) e também à noite, desempenhando a iluminação artificial o papel principal na função de iluminar o ambiente. Além disso, foi possível observar a existência de um circuito único de acionamento para todas as lâmpadas existentes, excluindo a possibilidade de selecionar a lâmpada ou conjunto de lâmpadas a serem acionadas, conforme necessidade.

6.2.1 Adequação e controle - Espectro

Sendo assim, as fontes de luz artificial existentes na sala foram avaliadas conforme o estabelecido no *checklist* para o requisito “Adequação e controle - Espectro”. Para isso, foram observadas, para cada fonte de luz, suas quantidades na sala e as informações de espectro disponibilizadas pelo fabricante, como apresenta a Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 - Espectro das fontes de luz artificial existentes na sala.

	Quantidade	Distribuição espectral de potência
Luminária L1	9	
Luminária L2	4	
Luminária L3	6	

Fonte: A autora/Philips (2022).

A análise permite concluir que o requisito “Adequação e controle - Espectro” se caracteriza como “não adequado”, uma vez que, apesar do acesso da luz natural na sala, observou-se o acionamento das lâmpadas nos quatro períodos observados. Tais fontes de luz artificial possuem composição espectral estática ao longo do dia, com comprimento de onda concentrado na faixa da luz azul.

Tal fato caracteriza a ausência de um sistema dinâmico de iluminação artificial, bem como a inexistência de seções diferenciadas associadas às lâmpadas com diferentes espectros. Como alternativa, recomenda-se a instalação de lâmpadas que possuem programação automática de controle espectral, ou ainda a criação de um sistema com novas lâmpadas e circuitos distintos que permitam seu acionamento de acordo com a variação dinâmica das horas do dia, como destacado por Pechacek, Andersen, Lockley (2008) e Hetch (2012). Dessa forma, o atendimento ao requisito poderia se dar da seguinte forma: comprimentos de onda avermelhados ao amanhecer, pico de luz azul ao

meio-dia e predominância de comprimentos de onda avermelhados ao fim do dia.

6.2.2 Adequação e controle – Temperatura de cor

Acerca da “Temperatura de cor”, tem-se que as aberturas permitem acesso da luz natural na sala, ocasionando uma variação dinâmica da temperatura de cor ao longo do dia. Entretanto, em função do acionamento das lâmpadas nos três períodos do dia (manhã, meio dia e fim do dia), há a predominância de uma temperatura de cor estática das fontes de luz artificial ao longo do dia. Sendo assim, ao considerar os requisitos estabelecidos no *checklist*, observa-se a predominância do caráter estático da temperatura de cor da luz artificial em detrimento da variação da temperatura de cor por meio do acesso à luz natural. As características de temperatura de cor das fontes existentes na sala são apresentadas na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8 - Temperatura de cor das fontes de luz artificial existentes na sala.

	Quantidade	Temperatura de cor correlata
Luminária L1	9	6500K
Luminária L2	4	6500K
Luminária L3	6	6500K

Fonte: A autora/Philips (2023).

A análise permite concluir que o requisito “Adequação e controle - Temperatura de cor” caracteriza-se como “não adequado” uma vez que, apesar do acesso da luz natural na sala, observou-se o acionamento das lâmpadas em todos os períodos observados. As fontes de luz artificial possuem temperatura de cor estática ao longo do dia, sendo esta uma temperatura de cor “fria”. O Quadro 17 a seguir apresenta a aparência de cor das lâmpadas no interior da sala conforme os horários visitados comparada à aparência de cor da luz natural, para o mesmo horário, em registro a partir exterior da edificação.

Quadro 17 - Aparência de cor das lâmpadas e da luz natural nos horários visitados.

Horário	Luz artificial	Luz natural
7:00h-8:00h		
11:30h-12:30h		
16:00h-17:00h		

Fonte: A autora (2023).

A análise permite identificar a ausência de um sistema dinâmico de iluminação artificial, bem como a inexistência de seções diferenciadas associadas a lâmpadas com diferente temperatura de cor. Como alternativa, recomenda-se a instalação de lâmpadas que possuem programação automática de controle da temperatura de cor, ou ainda a criação de um sistema com novas lâmpadas e circuitos distintos que permitam seu acionamento de acordo com o recomendado para cada momento do dia: aparência de cor da luz mais quente ao amanhecer, fria nos horários posteriores, e novamente quente ao fim do dia, conforme orientam Oh *et al.* (2023).

Assim, os resultados do *checklist* para a categoria “Espectro e temperatura de cor” são apresentados de forma resumida no Quadro 18 a seguir.

Quadro 18 - Resultados do *checklist* para a categoria "Espectro e temperatura de cor".

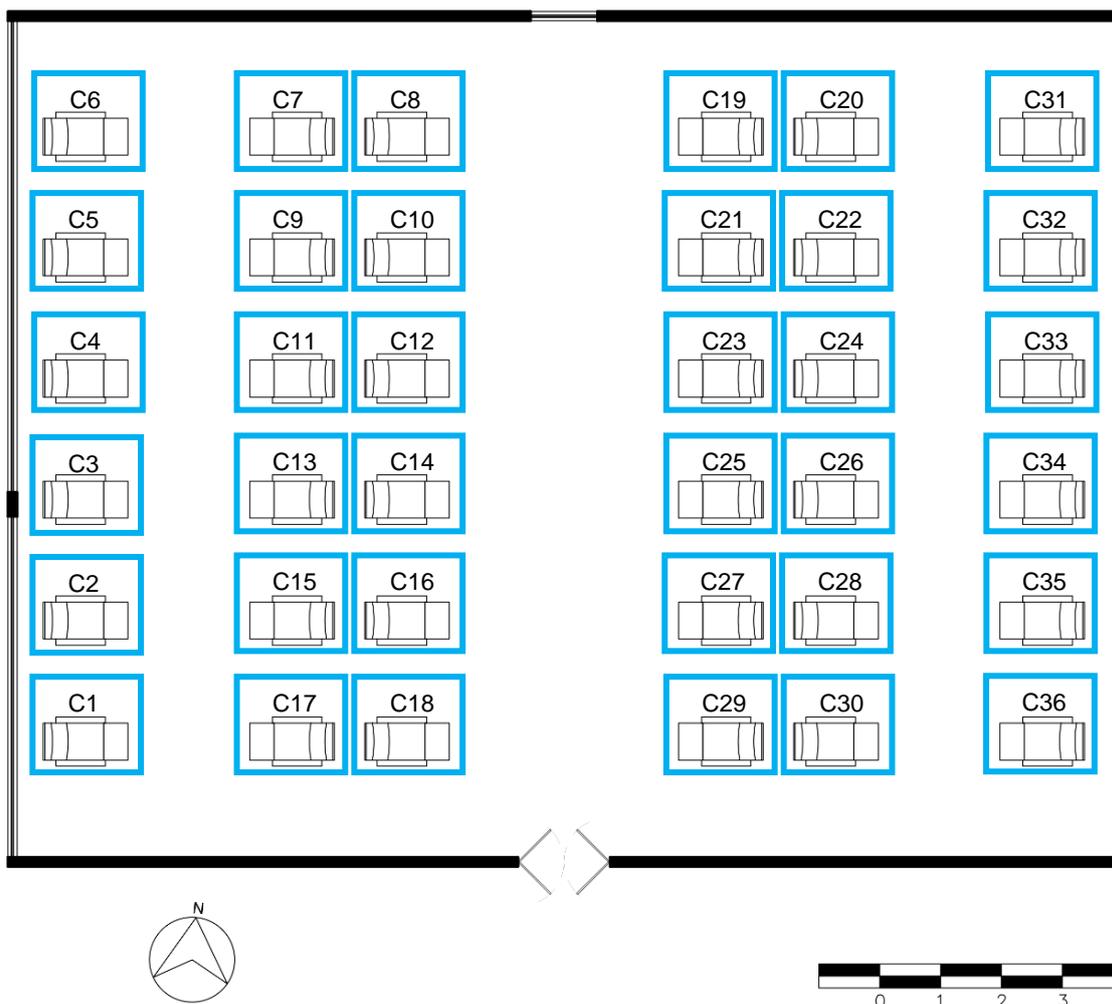
CATEGORIA	PARÂMETRO	REQUISITO				
2 Espectro e temperatura de cor	2.1 Adequação e controle	2.1.1 Espectro	Atende			Não atende
		2.1.2 Temperatura de cor	Atende			Não atende

Fonte: A autora (2023).

6.3 VISÃO DO EXTERIOR

6.3.1 Conteúdo da Vista a partir da abertura

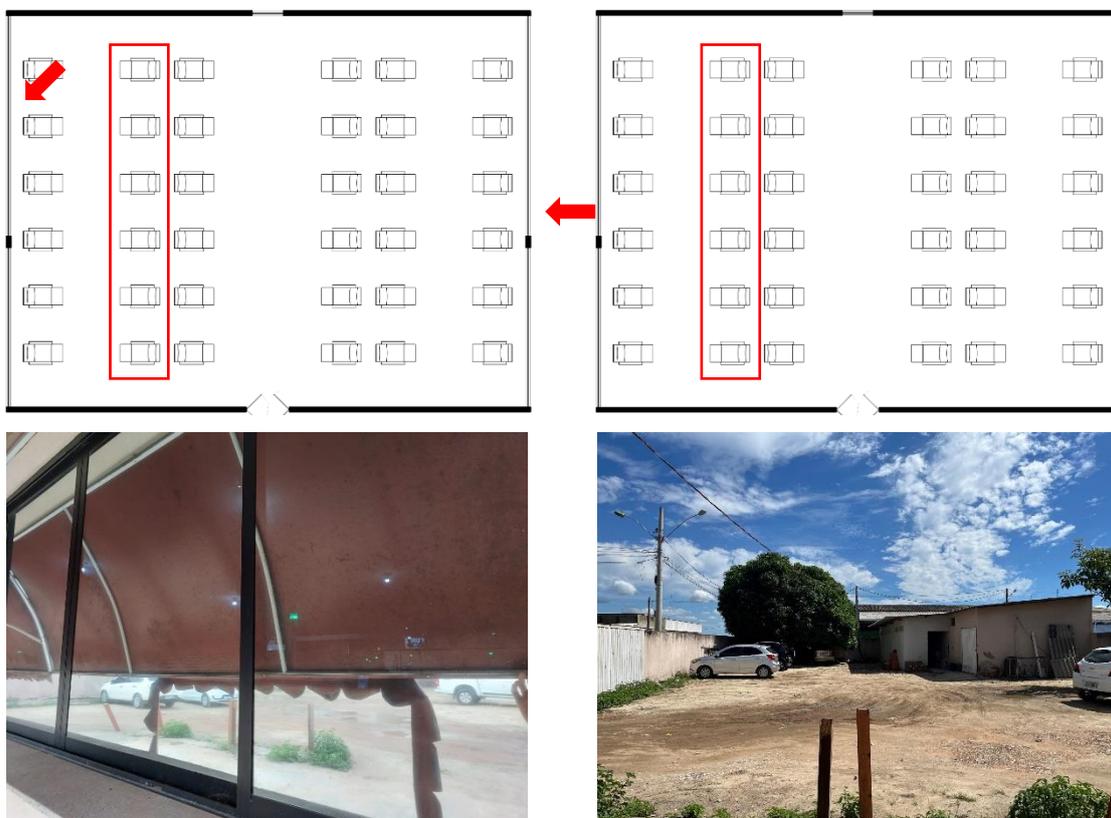
No que diz respeito ao “Conteúdo visto a partir da abertura”, percebe-se que as vistas são diferentes para cada uma das seis fileiras de cadeira de pacientes, como pode-se observar na Figura 27 que apresenta o *layout* da sala com cadeiras, bem como o posicionamento das aberturas.

Figura 27 - Planta baixa da sala de diálise estudada com *layout* (cadeiras).

Fonte: A autora (2023).

Os pacientes da fileira C7-C17, por exemplo, têm visão para o estacionamento, cercado com muros e contendo veículos, a partir da janela da esquerda (JE). Apesar do potencial de vista para uma árvore no estacionamento, a presença de um toldo exterior à janela bloqueia parcialmente a vista, permitindo um vislumbre de vista de aproximadamente 30%, como pode ser observado na Figura 28 a seguir.

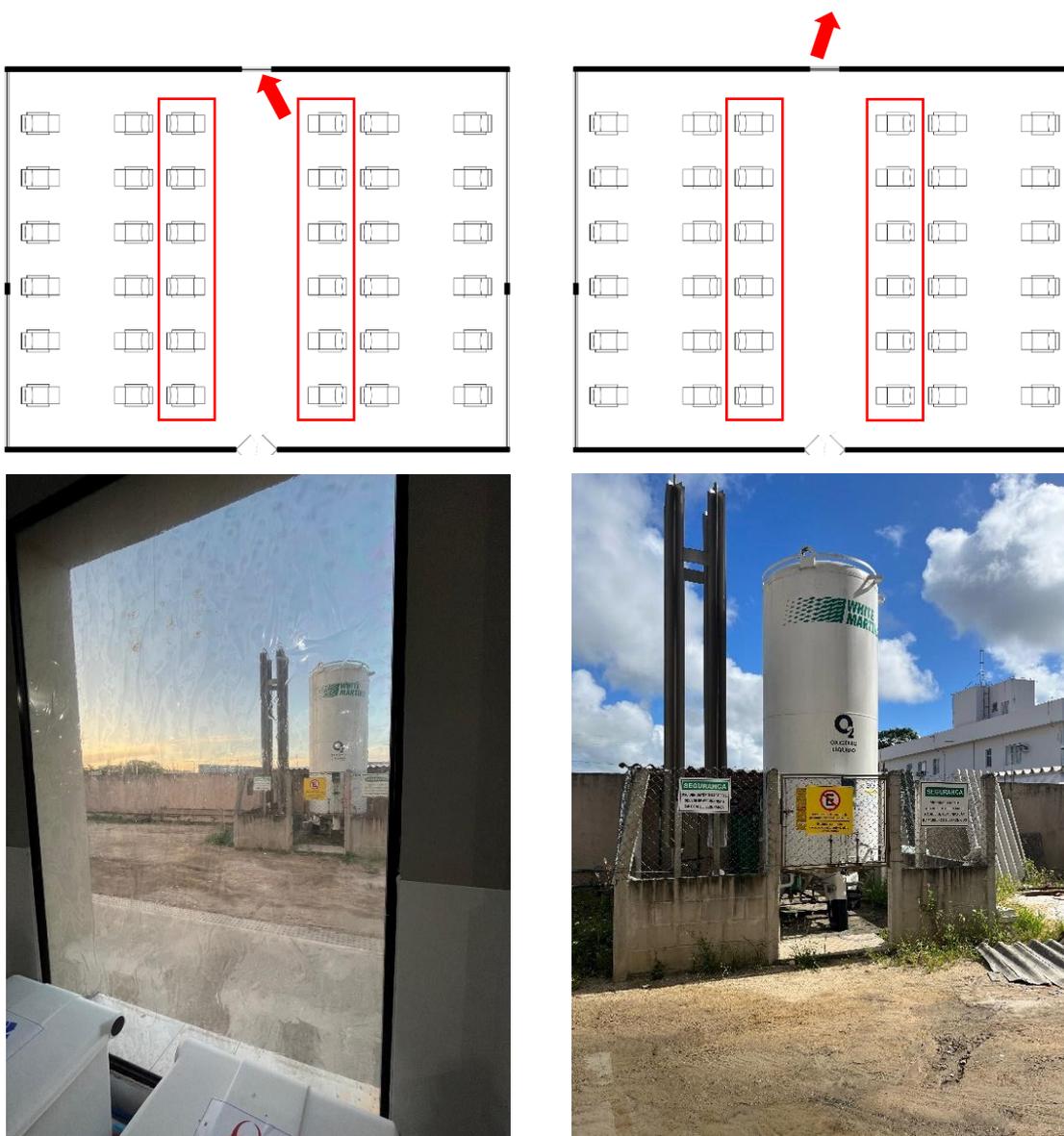
Figura 28 - Conteúdo da vista através da janela JE. Na figura da esquerda, registro a partir do interior da abertura; na figura da direita, registro a partir do exterior da abertura.



Fonte: A autora/acervo pessoal.

Os pacientes da fileira C1-C6, por sua vez, estão de costas para essa janela, assim como os da fileira C8-C18. Os pacientes das fileiras C8-C18 e C19-C29 têm acesso à vista da janela do corredor central (JC), que tem como conteúdo equipamentos externos, como pode ser observado na Figura 29.

Figura 29 - Conteúdo da vista através da janela JC. Na figura da esquerda, registro a partir do interior da abertura; na figura da direita, registro a partir do exterior da abertura.



Fonte: A autora/acervo pessoal.

Os pacientes da fileira C20-C30 se voltam para a janela lateral direita (JD), sem vista para o exterior em consequência de película translúcida/opaca, como apresenta a Figura 30. Uma pequena faixa dessa janela permite passagem de luz, em virtude da existência de um corredor lateral fechado e coberto cujo fim é uma saída para o ambiente externo.

Figura 30 - Conteúdo da vista através da janela JD. Na figura da esquerda, registro a partir do interior da abertura; na figura da direita, registro a partir do exterior da abertura.



Fonte: A autora/acervo pessoal.

Por outro lado, no período noturno, o conteúdo existente não se aplica a nenhuma das situações, uma vez que a película espelhada das janelas esquerda e central não permite a visualização do conteúdo por quem está dentro da sala, da mesma forma que a película translúcida/opaca da janela lateral esquerda, como apresenta a Figura 31 a seguir.

Figura 31 – Película espelhada das janelas JE e JC; película translúcida/opaca da JD



Fonte: Acervo pessoal.

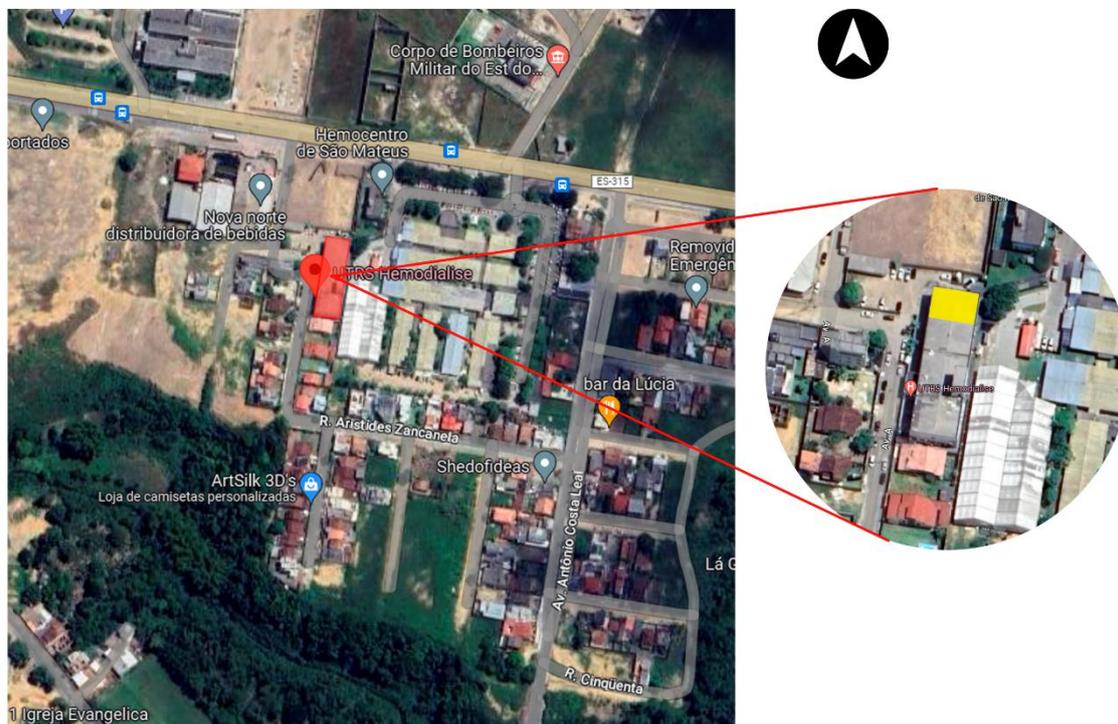
A análise permite concluir que o “Conteúdo da vista a partir da abertura” na sala de diálise caracteriza-se como “ruim”, uma vez que contém visão possível apenas para elementos estáticos como muros e equipamentos. Como alternativa, sugere-se fornecer visão para um pátio interno, composto por elementos naturais e com distância entre a abertura e a parede do fundo do pátio de pelo menos 10 metros, como orienta a certificação BREEAM.

6.3.2 Implantação no terreno para qualidade da vista

Apesar de estar próxima à área de preservação natural, a UTRS não se localiza estrategicamente posicionada de modo a obter vistas de qualidade para espaços verdes. Além disso, o entorno da edificação compreende o Hospital Estadual Roberto Arnizaut Silveiras (HRAS), bem como diversas edificações residenciais, como apresenta a Figura 32. Nesse sentido, sua localização em um bairro predominantemente residencial caracteriza um fluxo de veículos e

peças quase exclusivo para acesso às residências, bem como às instalações da Unidade.

Figura 32 - Implantação do edifício destacada em vermelho; localização da sala no edifício em amarelo.



Fonte: Google Maps.

Assim, é possível concluir que o requisito “Implantação no terreno para qualidade da vista” caracteriza-se como “regular”, uma vez que possui proximidade à fluxo de veículos e pessoas, apenas. Os resultados do *checklist* para o parâmetro “Conteúdo” da categoria “Visão do exterior” são apresentados de forma resumida no Quadro 19 a seguir.

Quadro 19 – Resultados do *checklist* para o parâmetro “Conteúdo” da categoria “Visão do exterior”.

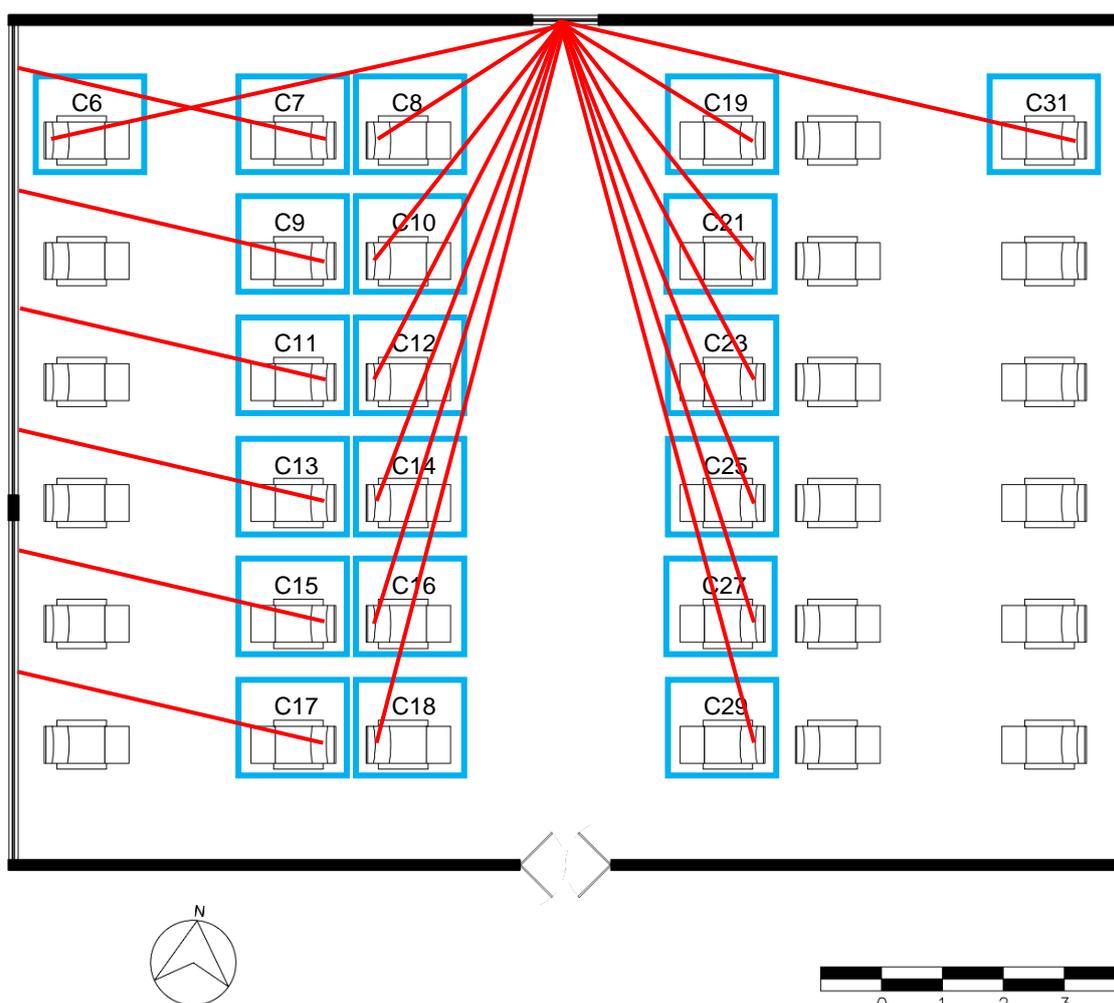
CATEGORIA	PARÂMETRO	REQUISITO				
3 Visão do exterior	3.1 Conteúdo	3.1.1 Conteúdo da vista a partir da abertura	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.1.2 Implantação no terreno para qualidade da vista	Ótimo	Bom	Regular	Ruim

Fonte: A autora (2023).

6.3.3 Percentual de ocupação e acesso à vista

Observa-se que em função do layout e das características da abertura, apenas os pacientes da fileira C7-C17, C8-C18 e C9-C19, bem como as cadeiras C6 e C31, possuem linha de visão direta para o exterior, como apresenta a Figura 33 a seguir.

Figura 33 - Acesso à vista para cada cadeira – destaque para as cadeiras com linha de visão direta.



Fonte: A autora (2023).

Assim, a análise permite concluir que o percentual de ocupação e acesso à vista na sala de diálise caracteriza-se como “bom”, uma vez que a visão direta para o exterior se dá para 55% ou ainda, de acordo com o *checklist*, “pelo menos 50% dos ocupantes da sala”.

6.3.4 Características do material da abertura

Após o procedimento de observação, constatou-se a presença de material transparente na abertura lateral esquerda, bem como na janela do corredor central. A janela lateral direita possui película translúcida, porém, como o ambiente contíguo à esta janela não possui acesso à iluminação natural em sua totalidade, a impressão que se tem do interior da sala é de que todo esse material seja opaco. Por outro lado, à noite, fica evidente a existência de película espelhada nas janelas da esquerda e na janela oposta ao acesso principal, obstruindo completamente a visão potencial do exterior e sendo assim considerado como material opaco. Tais características podem ser observadas na Figura 34 a seguir.

Figura 34 – Janela lateral esquerda durante o dia; janela lateral direita durante o dia; janela central à noite.



Fonte: Acervo pessoal.

Assim, a análise permite concluir que o requisito “Características do material da abertura” pode ser avaliado como “regular” uma vez que, durante o dia, este se mostra transparente e permite a plena visualização do exterior, porém em apenas duas situações de abertura. Por outro lado, à noite, em função da impressão que se tem de um material opaco nas três aberturas, não é possível esse acesso à visão exterior.

6.3.5 Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – abertura da trama

A partir de observação, foi possível constatar que a película espelhada das janelas do corredor central e da janela lateral esquerda, bem como a película translúcida da janela lateral direita, podem ser consideradas como dispositivos sombreadores internos. Por outro lado, no que diz respeito à abertura da trama e, considerando que o material do dispositivo existente não se caracteriza como tecido, este será avaliado de acordo com a sua permeabilidade para a visão do exterior. Assim, sendo tal película composta por material transparente ao dia (em duas situações de abertura) e opaco à noite (bloqueando a visão em 100%), esta pode se assemelhar a uma trama totalmente fechada. Dessa forma, a análise permite concluir que, assim como um tecido com trama “mais fechada” (trama 1%) e fechamento transparente, o requisito “Características do material da abertura – abertura da trama” pode ser avaliado como “regular” para as condições existentes na sala.

6.3.6 Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – cor

Embora nenhum elemento de tecido esteja presente internamente à abertura, considerou-se a película como dispositivo sombreador existente. Dessa forma, observa-se que esta película aparenta ser incolor no fechamento transparente e de cor branca no fechamento translúcido. Entretanto, não foi possível avaliar o requisito no que diz respeito aos critérios estabelecidos pelo *checklist*, uma vez que o dispositivo existente não é composto por tecido.

6.3.7 Posicionamento dos montantes

A partir do procedimento de observação foi possível verificar que as janelas laterais da sala, embora contínuas (janela em fita), são divididas por montantes verticais em toda sua extensão, tendo cada parte 60 cm de largura. No que se refere à análise do posicionamento dos montantes para esta janela, percebe-se que estes montantes se localizam fora dos limites do que é visto.

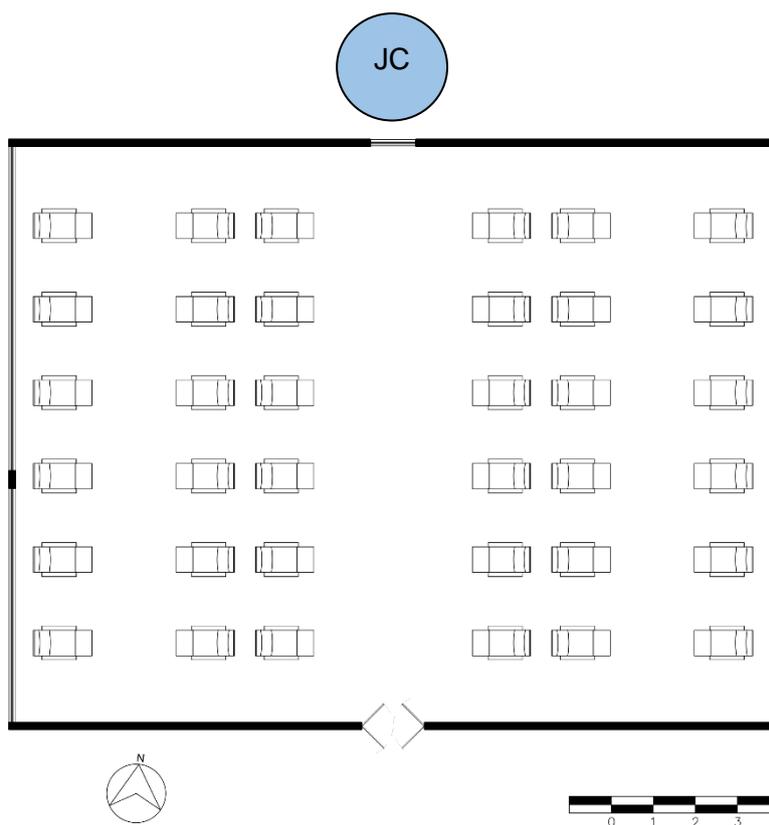
A janela oposta ao acesso principal, por outro lado, não possui montantes. Dessa forma, esta abertura para o corredor central apresenta um quadro de visão com imagem preservada, integral, sem prejuízo quanto à compreensão dos limites do que é visto.

Assim, a análise permite concluir que o requisito “Posicionamento dos montantes” pode ser avaliado como “bom”, uma vez que as aberturas existentes na sala são divididas em no máximo duas partes (considerando para a janela contínua uma composição em módulos de janelas convencionais, de 1,20x1,00 metros), com montantes posicionados fora dos limites do que é visto.

6.3.8 Ângulos de visão externa em função das dimensões da janela

No caso específico da sala em estudo, tem-se que apenas a janela para o corredor central, oposta ao acesso principal, permite visão totalmente desobstruída do exterior, uma vez que não possui elementos internos ou externos que bloqueiam parcial ou totalmente a visão. Por esse motivo, apenas essa abertura será utilizada na análise dos ângulos de visão a partir da janela. Além disso, considerando o *layout* da sala, tem-se que apenas algumas cadeiras têm visão para essa abertura em razão de seu posicionamento, ainda que não de forma direta, como apresenta a Figura 35.

Figura 35 – Análise dos ângulos de visão para a janela central.



Fonte: A autora (2023).

Assim, considerando as dimensões da janela (largura, altura, altura do peitoril), altura do olho do usuário sentado (1,20 metros do piso) e distância do usuário à janela, foram realizados os cálculos de ângulos de visão externa vertical e horizontal apenas para a janela do corredor central. Os resultados são apresentados no Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 - Ângulos de visão externa para a janela do corredor central.

Ângulo vertical	Nº de cadeiras	Avaliação	Ângulo horizontal	Nº de cadeiras	Avaliação
>50	0 (0%)	Ruim	>50	0 (0%)	Ruim
11<a>50	6 (16%)		11<a>50	0 (0%)	
4<a>11	18 (50%)		4<a>11	20 (55%)	
<4 ou sem visão	12 (33%)		<4 ou sem visão	16 (44%)	

Fonte: A autora (2023).

Dessa forma, a análise permite concluir que o requisito “Ângulos de visão externa em função das dimensões da janela” pode ser avaliado como “ruim”, uma vez que as condições de layout e dimensões da abertura existentes relacionadas à altura do olho do usuário, resultam em pequenos ângulos de visão externa, além de cadeiras sem visão para a abertura. Como alternativa, sugere-se que seja provida vegetação ao conteúdo da vista existente, como orientam Ko *et al.* (2021).

6.3.9 Distanciamento da vista

Embora a janela da esquerda se volte para um estacionamento amplo e potencialmente permita uma vista com conteúdo a 7,5 metros de distância, a presença de um elemento sombreador externo (toldo) não permite que seja vista toda a extensão do “conteúdo da vista”. Por outro lado, é possível que haja acesso à vista com distância até 3 metros desta abertura. Com relação à janela oposta ao acesso principal, esta permite vista para equipamentos que estão a menos de 3 metros da abertura. Já para a janela da direita, não há acesso à vista, em decorrência da película translúcida/opaca existente.

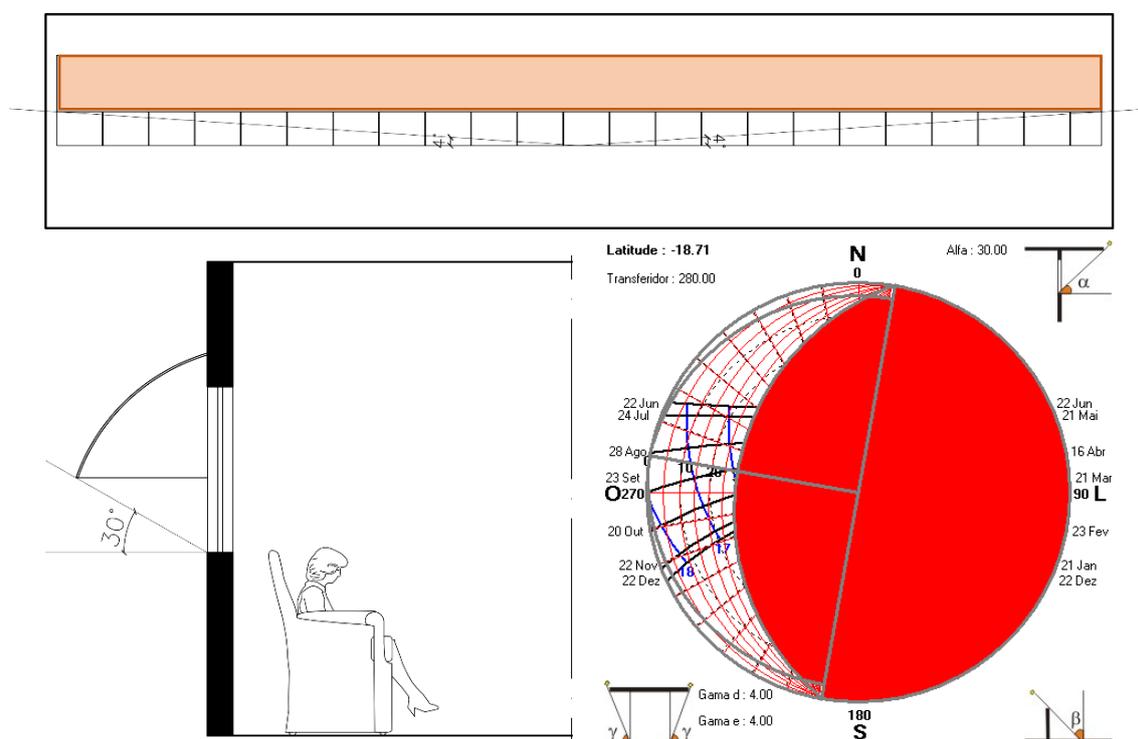
Assim, a análise permite concluir que o requisito “Distanciamento da vista” pode ser avaliado como “regular”. Isso ocorre porque, embora a janela da direita e a janela para o corredor central possuam elementos com distância da abertura como estabelecido pelo *checklist* (7,5 metros e 3 metros), estas condições não são observadas no que se refere à janela da esquerda.

6.3.10 Proporção área de janela/parede

Considerando as áreas de janela e parede existentes na sala, foi realizado o cálculo a fim de verificar o requisito “Proporção área de janela/parede”, conforme o estabelecido no *checklist*. Assim, foi possível constatar que: para a

janela da esquerda, com área de 15,21 m² e parede com área de 39,41 m², a proporção fica estabelecida em 38,5%. Essa abertura está localizada à oeste, azimute 280°, com incidência solar direta para todos os meses do ano a partir do horário entre 16:00h e 16:30h (a depender do mês) até o final do dia, como apresenta a carta solar da Figura 36 para essa orientação. Tal condição se dá em função da presença de um elemento de proteção (toldo), fazendo com que a abertura, embora receba incidência solar direta, possa ser considerada como “parcialmente sombreada”.

Figura 36 - Vista, corte esquemático e carta solar para a fachada oeste da edificação (janela da esquerda).



Fonte: A autora (2023) /SOL-AR 6.2.

Além disso, o Código de Obras do município de São Mateus-ES não indica a proporção mínima de janela/parede a ser seguida, como sugere o *checklist*. Sendo assim, para a janela da esquerda, a avaliação se dá como “regular”, uma vez que a abertura apresenta proporção de janela/parede de até 70% parcialmente sombreada (existência de elemento de proteção solar).

No que se refere à janela da direita, com área de 15,21 m² e parede com área de 39,41 m², a proporção também fica estabelecida em 38,5%. Essa abertura está localizada à leste, azimute 100°, sem incidência solar direta em

função da existência de um corredor coberto contíguo à abertura, como apresenta a Figura 37, fazendo com que esta não receba incidência solar direta.

Figura 37 - Corredor coberto contíguo à janela da direita (fachada leste).

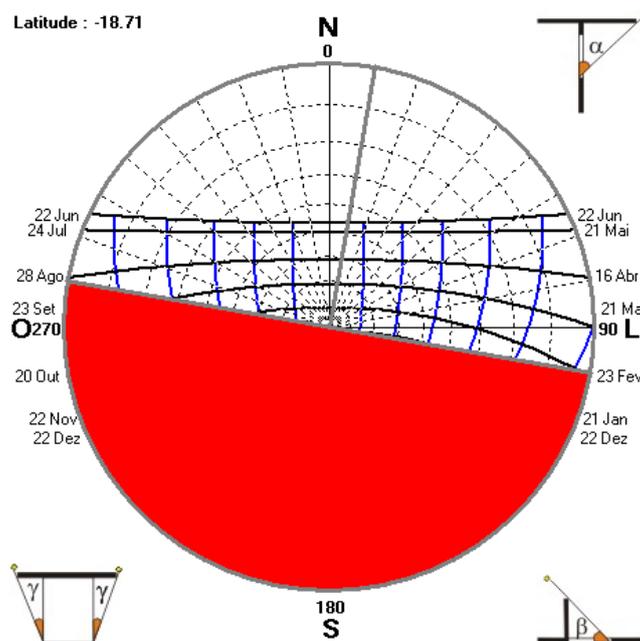


Fonte: Acervo pessoal.

Dessa forma, pode-se dizer que a avaliação para o requisito na fachada leste (janela da direita) se dá como “bom”, uma vez que a abertura apresenta proporção de janela/parede de até 40% sem incidência solar direta.

Para a janela oposta ao acesso principal, por sua vez, com área de 1,65 m² e parede com área de 51,38 m², a proporção fica estabelecida em 3%. Essa abertura está localizada à norte, azimute 10°, com incidência solar direta durante todo o dia nos meses de abril a agosto, do início do dia até às 16:00h nos meses de março e setembro, do início do dia até às 14:00h nos meses de fevereiro e outubro, e de 9:00h às 11:00h nos meses de novembro e janeiro, como apresenta a carta solar da Figura 38 para essa orientação. Essa abertura, embora apresente película refletiva como tentativa de reduzir a incidência solar direta, não apresenta nenhum elemento externo de proteção solar.

Figura 38 - Carta solar para a fachada Norte da edificação (janela central).



Fonte: A autora (2023) /SOL-AR 6.2.

Dessa forma, pode-se dizer que a avaliação para o requisito na fachada norte (janela central) se dá como “ruim”, uma vez que apresenta proporção janela/parede de até 70% com incidência solar direta (inexistência de elemento de proteção solar). Nesse caso, apresenta-se como alternativa prover à abertura existente elementos de proteção solar, passíveis de controle, aliados ao fechamento transparente, preservando a clareza da vista.

Os resultados do *checklist* para o parâmetro “Acesso” da categoria “Visão do exterior” são apresentados de forma resumida no Quadro 20 a seguir.

Quadro 20 - Resultados do *checklist* para o parâmetro “Acesso” da categoria “Visão do exterior”.

CATEGORIA	PARÂMETRO	REQUISITO				
3 Visão do exterior	3.2 Acesso	3.2.1 Percentual de ocupação e acesso à vista	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.2 Características do material da abertura	Ótimo	Bom	Regular	Ruim

		3.2.3 Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – abertura da trama	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.4 Características do material dos dispositivos sombreadores internos da abertura – cor	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.5 Posicionamento dos montantes	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.6 Ângulos de visão externo em função das dimensões da janela	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.7 Distanciamento da vista	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
		3.2.8 Proporção área janela/parede	JE	Ótimo	Bom	Regular
JD	Ótimo		Bom	Regular	Ruim	
JC	Ótimo		Bom	Regular	Ruim	

Fonte: A autora (2023).

7 CONCLUSÕES

Este capítulo expõe as conclusões substanciais obtidas no capítulo de análise dos resultados. Além disso, são apresentados os objetivos definidos e alcançados, bem como a identificação de limitações encontradas durante a pesquisa e as sugestões para trabalhos futuros.

7.1 CONCLUSÕES DOS CAPÍTULOS DA PESQUISA

Este trabalho reforça a necessidade de se considerar a iluminação no ambiente construído como fator de influência sobre a saúde e o bem-estar humano, incluindo aspectos psicológicos e também fisiológicos, como a regulação circadiana. A descoberta de um novo fotorreceptor no olho humano permitiu uma melhor compreensão sobre os efeitos fisiológicos decorrentes da luz para os seres humanos por meio do sistema visual, alavancando os números relativos à produção científica sobre o tema. Nesse sentido, a Iluminação Integrativa surge como um conceito que reúne aspectos importantes para a análise dos efeitos visuais e não visuais da exposição à luz em seres humanos. Nessa relação residem as evidências de que a iluminância, o espectro, a temperatura de cor e a visão do exterior constituem-se como elementos de grande influência na qualificação do espaço e na promoção de uma Iluminação Integrativa em ambientes hospitalares, em específico as salas de diálise. A partir dessa hipótese, foram analisados os possíveis efeitos para cada categoria (iluminância, o espectro, a temperatura de cor e a visão do exterior). A análise teve como base parâmetros pertinentes à cada categoria, como por exemplo as métricas circadianas para a iluminância. Sendo assim, seguiu-se à elaboração de diretrizes com vistas a contribuir para a saúde e bem-estar do ocupante. A seguir, são apresentados de forma sucinta os objetivos específicos que nortearam esta pesquisa e os resultados dos capítulos relativos a cada objetivo.

O primeiro objetivo específico foi apresentar a evolução da arquitetura hospitalar, caracterizar o espaço de cuidado onde está inserido o paciente portador de insuficiência renal e analisar as exigências normativas atuais para iluminação em ambientes hospitalares. No segundo capítulo, "Arquitetura hospitalar", comprovou-se a evolução da arquitetura hospitalar ao longo do tempo, com destaque para a importância dada às relações entre o espaço físico e o bem-estar do paciente na atualidade. Desdobramentos desta evolução, como o conceito de "iluminação centrada no ser humano", demonstram que aspectos físicos do ambiente hospitalar podem exercer influência na saúde humana. Dessa forma, a iluminação tem ganhado destaque na discussão dessa temática, especialmente no que diz respeito aos espaços de permanência prolongada. Tal fato reafirma a importância de considerar o paciente desde a concepção de um espaço hospitalar, tornando este ambiente mais acolhedor e confortável para a recuperação do paciente. Da mesma forma, foi possível observar a importância de regulamentações específicas sobre iluminação como um aspecto a ser considerado em diferentes tipos de ambientes, incluindo as salas de diálise. Requisitos como o controle e a consideração dos impactos da luz no organismo humano são diferenciais introduzidos pelas normas internacionais, que assim se aproximam das discussões que envolvem luz e saúde. Com relação ao paciente portador de insuficiência renal, que passa longos períodos em clínicas, é importante considerar a qualidade do espaço físico hospitalar e, em particular, a iluminação das salas de diálise. Observa-se a importância da luz natural para aspectos psicológicos e fisiológicos, incluindo a regulação dos ritmos circadianos e a melhoria do humor, o que pode ajudar a reduzir o estresse e a ansiedade associados à terapia renal prolongada. Uma vez que esses espaços podem ter acesso limitado à luz natural, é essencial garantir uma iluminação adequada e regulamentada que leve em conta os impactos da luz no bem-estar dos pacientes. Além disso, pacientes renais podem experimentar distúrbios de sono e outros problemas de saúde relacionados, que podem ser agravados pela falta de exposição à luz natural. Assim, a consideração cuidadosa da iluminação das salas de diálise pode contribuir significativamente para o bem-estar dos pacientes e para a eficácia da terapia renal.

O segundo objetivo específico consistiu em caracterizar o sistema visual humano quanto à regulação dos processos fisiológicos e fenômenos psicológicos por meio da luz, além de analisar o panorama da produção científica que investiga a influência da iluminação na saúde humana. Assim, o terceiro capítulo, “Luz e saúde”, ratifica a influência da luz nos ritmos biológicos dos humanos para além da visão. Nesse sentido, e considerando a descoberta da melanopsina, o crescimento do número de publicações sobre a relação entre luz e saúde tem sido notável nos últimos anos. Por esse motivo, mostrou-se relevante a investigação sobre os avanços da produção científica sobre o tema. Estudos publicados entre os anos de 2000 e 2020 destacam a importância da luz natural na recuperação dos pacientes e no bem-estar geral, o que indica uma crescente preocupação com a influência da luz natural na saúde humana. Por outro lado, e no que diz respeito à iluminação artificial, há estudos recentes que alertam para os possíveis danos e impactos negativos que o LED pode causar à saúde humana, especialmente em relação à exposição excessiva à luz azul. No entanto, esses mesmos estudos destacam o potencial terapêutico do LED e sua capacidade de potencializar tratamentos médicos. A revisão sistemática da literatura, nesse sentido, permitiu a identificação dos impactos da iluminação natural e artificial na saúde humana.

O terceiro objetivo específico consistiu em propor uma metodologia para condução e avaliação da iluminação no ambiente de diálise por meio de diretrizes e com base no conceito de Iluminação Integrativa, utilizando a sala de diálise da Unidade de Terapia Renal Substitutiva em São Mateus-ES como objeto de experimentação. Em função desses objetivos, o quarto capítulo abordou o conceito de Iluminação Integrativa, elencando elementos, aqui denominados “**categorias**”, considerados essenciais na promoção de uma iluminação que considera efeitos visuais e não visuais da exposição à mesma em seres humanos, bem como sua influência fisiológica e psicológica, a partir de evidências científicas. Assim, foram definidas para estudo as seguintes categorias: iluminância, espectro e temperatura de cor, e visão do exterior. No que se refere à iluminância, foram observadas as abordagens para avaliação utilizadas pela norma brasileira (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013) e pelas métricas circadianas (Lux Melanópico Equivalente, ou EML, e Estímulo

Circadiano, ou CS). Da mesma forma, para a categoria “espectro e temperatura de cor”, foram apresentadas as indicações normativas, bem como as conclusões alcançadas pela comunidade científica, acerca da possibilidade de adequação e controle sobre a temperatura de cor e espectro da fonte de luz de acordo com a condição ambiental e o período do dia, a fim de exercer impacto positivo sobre a satisfação e saúde do usuário. Por fim, no que diz respeito à visão do exterior, foram exploradas as possibilidades de conexão entre o interior e o exterior de um espaço edificado, principalmente quando consideradas vistas de qualidade e os benefícios relacionados.

Nesse sentido, o quinto capítulo tomou como base a revisão bibliográfica apresentada para o desenvolvimento da metodologia, que compreendeu duas fases. A primeira fase refere-se à elaboração de um *checklist* que abrange as categorias consideradas essenciais na promoção de uma Iluminação Integrativa (iluminância, espectro e temperatura de cor, visão do exterior), assim como os parâmetros de avaliação e requisitos a serem atendidos. A segunda fase, por sua vez, consiste no estabelecimento de diretrizes para a aplicação do *checklist* em um ambiente real, nesse caso a sala de diálise, tornando possível reconhecer os requisitos a serem atendidos bem como as particularidades do espaço a ser estudado. Apresentam-se a seguir as conclusões das duas fases da metodologia discriminadas na pesquisa.

7.2 CONCLUSÕES SOBRE A PRIMEIRA FASE DA METODOLOGIA: ELABORAÇÃO DO CHECKLIST

A metodologia adotada para elaboração do *checklist* permitiu listar, além das categorias estabelecidas, parâmetros e requisitos que podem ser aplicados tanto na avaliação de espaços de saúde já construídos como na condução de projetos para tais usos. Tais parâmetros dizem respeito às abordagens utilizadas tanto pelas normas vigentes quanto pela comunidade científica no que diz respeito aos requisitos para a qualidade do ambiente interno e satisfação do usuário.

Nesse sentido, observa-se que, para a “iluminância”, os parâmetros a serem analisados incluem o “sistema visual”, de acordo com as orientações normativas para desempenho, e o “sistema não visual”, de acordo com o que é estabelecido pelas métricas circadianas. Para o “espectro e temperatura de cor”, observou-se o parâmetro “adequação e controle” como uma intenção de reproduzir, no ambiente interno, os benefícios proporcionados pela dinamicidade da luz natural. No que diz respeito à “visão do exterior”, foram estabelecidos os parâmetros “conteúdo” e “acesso” para análise da conexão instituída entre interior e exterior por meio da abertura.

Assim, procedeu-se à elaboração de diretrizes para avaliação de cada requisito por meio do *checklist*. Apresentam-se a seguir as conclusões relativas a esta etapa da pesquisa.

7.3 CONCLUSÕES SOBRE A SEGUNDA FASE DA METODOLOGIA: APLICAÇÃO DO CHECKLIST

No que se refere à segunda fase da metodologia, a elaboração de diretrizes para avaliação de cada requisito por meio do *checklist* compreendeu a definição dos procedimentos metodológicos, bem como das ferramentas a serem utilizadas, para obtenção dos dados. Esta etapa permitiu compreender a relevância de cada um de tais requisitos, já observada na revisão da literatura, na promoção de uma Iluminação Integrativa. Também foi possível observar, a partir da caracterização do objeto de estudo, as particularidades do ambiente em questão, o que refletiu no refinamento das diretrizes para aplicação do *checklist*.

A seguir, são apresentadas as considerações finais para cada uma das categorias de avaliação estabelecidas com base nos princípios da Iluminação Integrativa. Também são apresentadas, a partir da aplicação do *checklist* na sala de diálise da UTRS em São Mateus-ES e análise dos resultados, as características que exerceram influência sobre os resultados, bem como a verificação do atendimento da sala aos requisitos listados. Assim, são apresentadas as principais conclusões e limitações da pesquisa.

7.4 PRINCIPAIS CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Após elaboração do *checklist*, estabelecimento das diretrizes e aplicação do *checklist* no objeto de estudo selecionado, apresenta-se as principais conclusões a partir da análise dos resultados.

No que se refere à avaliação da “Iluminância”, infere-se que as condições ambientais em um espaço de saúde devem conciliar resultados satisfatórios que dizem respeito à segurança, desempenho visual e manutenção do ritmo circadiano. A avaliação da categoria “Espectro e temperatura de cor” permitiu observar a relevância do acesso à luz natural sendo que na ausência desta se faz necessário um sistema dinâmico de iluminação artificial. Tal sistema pode se caracterizar por lâmpadas que possuem programação automática de espectro/temperatura de cor ou até mesmo pela presença de seções diferenciadas associadas às lâmpadas. No que diz respeito à “Visão do exterior”, é possível concluir que tanto o conteúdo da vista quanto o acesso a esta se fazem necessários para garantir o bem-estar do ocupante, por meio do atendimento a requisitos relacionados às características do entorno, material da abertura e características de seus elementos, que qualificam o espaço interno ocupado. De forma geral, observou-se a necessidade de análise integrada dos requisitos listados, uma vez que estes se mostraram interdependentes.

Nesse sentido, os resultados da análise para a sala de diálise demonstraram as relações existentes entre a iluminância e a forma de ocupação do espaço, no que diz respeito principalmente às métricas circadianas. Além disso, destaca-se a importância de um sistema de iluminação dinâmica em espectro e temperatura de cor, bem como de uma visão do exterior de qualidade. Tais requisitos, além de representarem fatores essenciais na promoção de uma Iluminação Integrativa, se mostraram importantes qualificadores do espaço. O fato de que muitos dos requisitos listados não foram atendidos pelas características da sala de diálise da UTRS permitiu compreender a necessidade de repensar o projeto arquitetônico para o espaço, cuja ocupação se dá de forma tão significativa e prolongada.

No que se refere à pesquisa, esta se limitou a apresentar a análise de uma única sala de diálise, a partir dos requisitos para uma Iluminação Integrativa com base na aplicação do *checklist*. Além disso, para o cálculo da iluminância, optou-se por não considerar a contribuição da luz natural que, embora escassa na sala, traria resultados diferentes dos encontrados para a fileira de cadeiras estudada quando comparados às outras áreas ocupadas.

7.5 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Trabalhos futuros preveem a inclusão da análise sob a perspectiva do usuário, com a complementação do método de avaliação por meio de procedimentos como a entrevista e a aplicação de questionários. A percepção do usuário no processo de avaliação poderá resultar em dados qualitativos que compreendam a satisfação do usuário que ocupa o espaço. Esses dados poderão ser utilizados para análises comparativas entre a avaliação obtida por meio do *checklist* e a percepção do usuário acerca dos requisitos listados.

Outra possibilidade de estudo diz respeito à análise da ocorrência de ofuscamento no ambiente interno. Tal informação poderá auxiliar na verificação de requisitos relacionados ao conforto visual, para além das recomendações que o incluem quando considerada a visão do exterior. Nesse sentido, medições *in loco* poderão ser uma alternativa na obtenção dos dados de intensidade da luz no ambiente.

Além disso, observa-se que a aplicação do *checklist* em outras unidades hospitalares de função análoga poderá resultar em contribuições significativas para aprimorar o método proposto.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho, Parte 1: Interior. São Paulo: ABNT, 2013. 54 p. 54.

ACOSTA, I., LESLIE, R. and FIGUEIRO, M. 2017. 'Analysis of circadian stimulus allowed by daylighting in hospital rooms', **Lighting Research & Technology**, 49(1), pp. 49–61. doi: 10.1177/1477153515592948.

ALTOMONTE, Sergio. Daylight for Energy Savings and Psycho-Physiological WellBeing in Sustainable Built Environments, *Journal of Sustainable Development* 1, Nottigham, v. 1, n.3, p. 3-16, nov. 2008.

AWADA, Mohamad; BECERIK-GERBER, Burcin; LIU, Ruying; SEYEDREZAEI, Mirmahdi; LU, Zheng; XENAKIS, Matheos; LUCAS, Gale; ROLL, Shawn C.; NARAYANAN, Shrikanth. Ten questions concerning the impact of environmental stress on office workers. **Building And Environment**, [S.L.], v. 229, p. 109964, fev. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109964>.

BABILON, S.; BECK, S.; KUNKEL, J.; KLABES, J.; MYLAND, P.; BENKNER, S.; KHANH, T.Q. Measurement of Circadian Effectiveness in Lighting for Office Applications. **Applied Sciences**. 2021, 11, 6936. <https://doi.org/10.3390/app11156936>.

BAKER, N.; STEEMERS, K. Daylight Design of Buildings. Londres: **James & James**, 2002. 247 p.

BALOGH, Ramen; MAESANO, Cara Nichole; CHRISTOFFERSEN, Jens; MANDIN, Corinne; CSOBOD, Eva; FERNANDES, Eduardo de Oliveira; ANNESI-MAESANO, Isabella. Daylight and School Performance in European Schoolchildren. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 258, 31 dez. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18010258>.

BASTOS, J. P. C.; SOUSA, R. B.; NEPOMUCENO, L. A. M.; GUTIERREZ-ADRIANZEN, O. A.; BRUIN, P. F. C.; ARAÚJO, M. L. L. B.; BRUIN, V. M. S. Sleep disturbances in patients on maintenance hemodialysis: Role of Dialysis shift. **Rev. Assoc. Med. Bras.** 2007; 53(6): 492-6.

BENEDETTO, M. M.; CONTIN, M. A. Degeneration Promoted by Constant LED Light. Oxidative Stress in Retinal. Departamento de Química Biológica Ranwel Caputto, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, 2Centro de Investigaciones en Química Biológica de Córdoba (CIQUIBIC), CONICET, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, 2019.

BERSON, David M.; DUNN, Felice A.; TAKAO, Motoharu. Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock. **Science**, [S.L.], v. 295, n. 5557, p. 1070-1073, 8 fev. 2002. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1067262>.

BESBAS, Soumaya; NOCERA, Francesco; ZEMMOURI, Noureddine; KHADRAOUI, Mohamed Amine; BESBAS, Asma. Parametric-Based Multi-Objective Optimization Workflow: daylight and energy performance study of hospital building in algeria. **Sustainability**, [S.L.], v. 14, n. 19, p. 1-20, 5 out. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su141912652>.

BISEGNA, Fabio; BURATTINI, Chiara; ORNELLA, Li; BLASO, Laura; SIMONETTA, Fumagalli. Non Visual Effects of Light: An Overview and an Italian Experience. **Energy Procedia**. 2015. 78. 723-728. 10.1016/j.egypro.2015.11.080.

BLUME, C.; GARBAZZA, C.; SPITSCHAN, M. Effects of light on human circadian rhythms, sleep and mood. **Somnologie (Berl)**, v. 23, n. 3, p. 147-156, 2019 <https://doi.org/10.1007/s11818-019-00215-x>

BOUBEKRI, Mohamed; LEE, Jaewook; MACNAUGHTON, Piers; WOO, May; SCHUYLER, Lauren; TINIANOV, Brandon; SATISH, Usha. The Impact of Optimized Daylight and Views on the Sleep Duration and Cognitive Performance of Office Workers. *International Journal Of Environmental Research And Public*

Health, [S.L.], v. 17, n. 9, p. 3219, 6 maio 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17093219>.

BOYCE, P. R. Human Factors in Lighting. 3. Ed. New York: Taylor&Francis, 2014.

BOING, C. V. A. Sistemas de circulação vertical e horizontal no deslocamento dos funcionários em edifícios hospitalares. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86324/211935.pdf?sequence=1>>. Acesso em 12 set. 2020.

BUSATTO, N., MORA, T.D., PERON, F., & ROMAGNONI, P. Application of Different Circadian Lighting Metrics in a Health Residence. **Journal of Daylighting**, 2020.

CHAVES, N. P.; MARTAU, B. T. Repensando o projeto de iluminação: avaliação de métricas de luz circadiana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2019, Uberlândia. Anais... Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p. 532-543. DOI <https://doi.org/10.14393/sbqp19050>.

CIE. CIE Position Statement on Non-Visual Effects of Light – Recommending proper light at the proper time, 2nd edition, 2019. b. Disponível em: <[http://cie.co.at/files/CIEPositionStatement-ProperLightattheProperTime\(2019\)_0.pdf](http://cie.co.at/files/CIEPositionStatement-ProperLightattheProperTime(2019)_0.pdf)>. Acesso em: 8 ago. 2021.

CHO Y.; RYU S. H.; LEE B. R.; KIM K. H.; LEE E.; CHOI J. Effects of artificial light at night on human health: A literature review of observational and experimental studies applied to exposure assessment. **Chronobiol Int.**, v. 32, n. 9, p. 1294-1310, 2015. doi: 10.3109/07420528.2015.1073158. Epub 2015 Sep 16. PMID: 26375320.

COMPARETTO, R.; FARINI, A. Mitigating retinal damage and circadian rhythm modification by blue-blocking spectacles lenses: evaluation parameters. **Eur Phys J Plus**, v. 134, n. 10, p. 1-8, out. 2019. <http://dx.doi.org/10.1140/epjp/i2019-12848-x>.

COSTA, F.; COUTINHO, M. Doença renal crônica e depressão: um estudo psicossociológico com pacientes em hemodiálise. **Psicologia e Saber social**, 2016. 5. 10.12957/psi.saber.soc.2016.13815.

COSTI, M. Iluminação em Hospitais: Cuidados Fundamentais. **Lume Arquitetura**, nº 08, São Paulo, 2007.

DAI, Qi; SHAN, Qifeng; LAM, Hien; HAO, Luoxi; LIN, Yi; CUI, Zhe. Circadian-effect engineering of solid-state lighting spectra for beneficial and tunable lighting. **Optics Express**, [S.L.], v. 24, n. 18, p. 20049, 22 ago. 2016. The Optical Society. <http://dx.doi.org/10.1364/oe.24.020049>.

DAI, Qi; HUANG, Yingying; HAO, Luoxi; LIN, Yi; CHEN, Kaixuan. Spatial and spectral illumination design for energy-efficient circadian lighting. **Building And Environment**, [S.L.], v. 146, p. 216-225, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.10.004>.

DONG, J.; XIONG, D. Applications of Light Emitting Diodes in Health Care. **Ann Biomed Eng**, Suzhou, v. 45, n. 11, p. 2509-2523, 2017. <http://dx.doi.org/10.1007/s10439-017-1930-5>.

FERNANDES, J.T. Qualidade da Iluminação Natural e o Projeto Arquitetônico: a relação da satisfação do usuário quanto à vista exterior da janela e a percepção de ofuscamento. 2016. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (PPG-FAU/UnB), Brasília-DF, 344 p.

FONTES, M. P. Z.; SANTOS, M. C. O. Tecnologia x humanização: um estudo sobre a sua compatibilização na arquitetura da saúde. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, São Paulo, 2004. Disponível em: ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0231d.pdf > Acesso em: 04 set. 2020.

FOUCAULT, Michel. Microfísica do poder. Rio de Janeiro: Graal, 1979. xxvi, 295 p.

GRANT, L. K.; KENT, B. A.; MAYER, M. D.; STICKGOLD, R.; LOCKLEY, S. W.; RAHMAN S. A. Daytime Exposure to Short Wavelength-Enriched Light Improves Cognitive Performance in Sleep-Restricted College-Aged Adults. **Front. Neurol**, v. 12, Article ID 624217, 2021.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Tratado de Fisiologia Médica. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. 1176 p.

HAIM, A.; ZUBIDAT, A. E. LED light between Nobel Prize and cancer risk factor. **Chronobiol Int.**, v. 32, n. 5, p. 725-727, 2015.

HE, S; YAN, Y. Impact of advance light exposure on assembly-line workers' subjective work alertness and sleep quality. **Lighting Research & Technology**, [S.L.], v. 55, n. 2, p. 105-128, 15 jul. 2022. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/14771535221078763>.

HEISKANEN, V.; HAMBLIN, M. R. "Photobiomodulation: lasers vs. light emitting diodes?." Photochemical & photobiological sciences. Official journal of the European Photochemistry Association and the European Society for Photobiology, v. 17, n. 8, 1003-1017, 2018.

HELLER, Eva. **A psicologia das cores: Como as cores afetam a emoção e a razão.** Barcelona: Gustavo Gili, 2012. 311 p. Tradução de: Maria Lúcia Lopes da Silva

IWBI. Circadian Lighting Design v2. 2020. Disponível em: <<https://v2.wellcertified.com/v/en/light/feature/3>>. Acesso em: 20 maio. 2021.

JAFARIFIROOZABADI, Roxana; JOSEPH, Anjali; BRIDGES, William; FRANKS, Andrea. The impact of daylight and window views on length of stay among patients with heart disease: a retrospective study in a cardiac intensive care unit. **Journal Of Intensive Medicine**, [S.L.], v. 1, n. 3, p. 1-10, dez. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jointm.2022.11.002>.

JOARDER, Md. Ashikur Rahman.; PRICE, Andrew D. F.; MOURSHED, Monjur. Systematic study of the therapeutic impact of daylight associated with clinical recovery. IN: KAGIOGLOU, M. ... et al, (eds.). Proceedings of PhD Workshop of HaCIRIC's International Conference 2009: Improving Healthcare

Infrastructures through Innovation, **HaCIRIC**, Brighton, UK, 1st April 2009, pp. 25-31.

JOARDER, A., & PRICE, A. Impact of daylight illumination on reducing patient length of stay in hospital after coronary artery bypass graft surgery. **Lighting Research & Technology**, 2013. 45(4), 435–449. <https://doi.org/10.1177/1477153512455940>

KARAMI, Zohre; GOLMOHAMMADI, Rostam; HEIDARIPAPHLAVIAN, Ahmad; POOROLAJAL, Jalal; HEIDARIMOGHADAM, Rashid. Effect of Daylight on Melatonin and Subjective General Health Factors in Elderly People. **Iran J Public Health**. 45(5):636-643, mai. 2016.

KANG, S. Y., YOUNI, N., YOON, H. C. The self-regulatory power of environmental lighting: The effect of illuminance and correlated color temperature. **Journal of Environmental Psychology**. 2019. doi:10.1016/j.jenvp.2019.02.006

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. Eficiência Energética na Arquitetura. 3. ed. Rio de Janeiro: **Eletrobrás**, 2014.

LANG, D. Energy efficient lighting for the biological clock. **SPIE Newsroom**. 2011. 10.1117/2.1201101.003442.

LEW, S.; PIRAINO, B. Quality of life and psychological issues in peritoneal dialysis patients. **Seminars in Dialysis**, 2005. 18. 10.1111/j.1525-139X.2005.18215.x.

LI, Dongying; SULLIVAN, William C. Impact of views to school landscapes on recovery from stress and mental fatigue. **Landscape And Urban Planning**, [S.L.], v. 148, p. 149-158, abr. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.12.015>.

LI, Jing; QIN, Yaru; GUAN, Cheng; XIN, Yanli; WANG, Zhen; QI, Ruikang. Lighting for work: a study on the effect of underground low-light environment on miners': physiology. **Environmental Science And Pollution Research**, [S.L.], v. 29, n. 8, p. 11644-11653, 19 set. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-021-16454-1>.

LI, Wenting., SAMUELSON, Holly. A New Method for Visualizing and Evaluating Views in Architectural Design. **Developments in the Built Environment**, feb. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100005>.

LI, Xiawei; LOU, Jianyao; YUAN, Zheping; SHI, Aiguang; WANG, Ning; ZHOU, Lin; ZHAO, Mingchen; YE, Fanghe; PAN, Zikun; WU, Yulian. The Effect of Indoor Daylight Levels on Hospital Costs and Length of Stay of Patients Admitted to General Surgery. **Frontiers In Public Health**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-10, 20 jan. 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2021.678941>.

LIN, Tsung-Yung; LE, Anh-Vu; CHAN, Ying-Chieh. Evaluation of window view preference using quantitative and qualitative factors of window view content. **Building And Environment**, [S.L.], v. 213, p. 108886, abr. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108886>.

LOCKLEY, Steven W.; ARENDT, Josephine; SKENE, Debra J. Visual impairment and circadian rhythm disorders. **Dialogues In Clinical Neuroscience**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 301-3014, set. 2007.

LUCAS, R. J. et al. Measuring and using light in the melanopsin age. **Trends in Neurosciences**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 1–9, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tins.2013.10.004>>. Acesso em: 6 mai. 2021.

LUO, Wei; KRAMER, Rick; KOMPIER, Maaïke; SMOLDERS, Karin; KORT, Yvonne de; LICHTENBELT, Wouter van Marken. Effects of correlated color temperature of light on thermal comfort, thermophysiology and cognitive performance, **Building and Environment**, Volume 231, 2023,109944, ISSN 0360-1323, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109944>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013232201174X>. Acesso em 09 mar. 2023.

MARTAU, Betina Tschiedel; SCARAZZATO, Paulo Sérgio. Impactos não visuais da iluminação. **XII Encontro**, 2009.

MAULINA, Wilda; SUSANTO, Dalhar. Biophilic Design: virtual nature application in a windowless room. **Sinektika: Jurnal Arsitektur**, [S.L.], v. 20, n. 1,

p. 90-98, 28 jan. 2023. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
<http://dx.doi.org/10.23917/sinektika.v20i1.20484>.

MERLINO, G.; PIANI, A.; DOLSO, P.; ADORATI, M.; CANCELLI, I.; VALENTE, M.; GIGLI, G. L. Sleep disorders in patients with end-stage renal disease undergoing dialysis therapy. **Nephrology, dialysis, transplantation**: official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association, 2006. 21(1), 184–190.
<https://doi.org/10.1093/ndt/gfi144>

MILLS, P. R., TOMKINS, S. C., SCHLANGEN, L. J. The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance. **Journal of circadian rhythms**, 2007. 5, 2.
<https://doi.org/10.1186/1740-3391-5-2>

NURROHMAN, M.L., FEROS, P., WAHYUNING, MADINA, R.F., & PRATIWI, N. Efficient Lighting Design for Multiuse Architecture Studio Classroom using Dialux Evo 9. IOP Conference Series: **Earth and Environmental Science**, 738, 2021.

OH, S.-T.; GA, D.-H.; LIM, J.-H. A Method of Generating Real-Time Natural Light Color Temperature Cycle for Circadian Lighting Service. **Sensors** 2023, 23, 883. <https://doi.org/10.3390/s23020883>

PARK, Man Young; CHAI, Choul-Gyun; LEE, Hae-Kyung; MOON, Hani; NOH, Jai Sung. The Effects of Natural Daylight on Length of Hospital Stay. **Environmental Health Insights**, [S.L.], v. 12, p. 117863021881281, jan. 2018. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1178630218812817>.

PATI, Debajyoti; HARVEY, Tom E.; BARACH, Paul. Relationships between Exterior Views and Nurse Stress: an exploratory examination. **Herd: Health Environments Research & Design Journal**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 27-38, jan. 2008. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/193758670800100204>.

PAWELSKI, Daniela; LAZARO, Renan; GARCIA, Anilton; SEGATTO, Marcelo; ALVAREZ, Cristina. Human circadian monitoring: preparing an iot challenge at brazilian antartic station. **XV Congreso Iberoamericano de Iluminación**. Bogotá, Colombia, 2020.

PECHACEK, Christopher S.; ANDERSEN, Marilyne; LOCKLEY, Steven W.. Preliminary Method for Prospective Analysis of the Circadian Efficacy of (Day)Light with Applications to Healthcare Architecture. **Leukos**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 1-26, 1 jul. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/15502724.2008.10747625>.

PRAYAG, A.S.; JOST, S.; AVOUAC, P.; DUMORTIER, D.; GRONFIER, C. Dynamics of Non-visual Responses in Humans: As Fast as Lightning? **Front. Neurosci.** 2019, 13, 126.

PROVENCIO, Ignacio; FOSTER, Russell G.. Circadian rhythms in mice can be regulated by photoreceptors with cone-like characteristics. **Brain Research**, [S.L.], v. 694, n. 1-2, p. 183-190, out. 1995. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-8993\(95\)00694-l](http://dx.doi.org/10.1016/0006-8993(95)00694-l).

PROVENCIO, Ignacio; JIANG, Guisen; GRIP, Willem J. de; HAYES, William Pär; ROLLAG, Mark D.. Melanopsin: an opsin in melanophores, brain, and eye. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 95, n. 1, p. 340-345, 6 jan. 1998. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.95.1.340>.

PROVENCIO I., RODRIGUEZ, I. R., Jiang G, Hayes WP, Moreira EF, Rollag MD. A novel human opsin in the inner retina. **J Neurosci.**, v. 20, n. 2, p. 600-605, 2000. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.20-02-00600.2000>

PROVENCIO, Ignacio; WONG, Siuyien; LEDERMAN, Andrew B.; ARGAMASO, Sharleen M.; FOSTER, Russell G.. Visual and circadian responses to light in aged retinally degenerate mice. **Vision Research**, [S.L.], v. 34, n. 14, p. 1799-1806, jul. 1994. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0042-6989\(94\)90304-2](http://dx.doi.org/10.1016/0042-6989(94)90304-2).

REA, M. S.; FIGUEIRO, M. G. Light as a circadian stimulus for architectural lighting. **Lighting Research & Technology**, [s. l.] 10.1177/1477153516682368, v. 50, n. 4, p. 497–510, 2016. Disponível em: <<http://doi.org/10.1177/1477153516682368>>. Acesso em: 6 mai. 2021.

REA, M. S., NAGARE, R., & FIGUEIRO, M. G.. Modeling Circadian Phototransduction: Quantitative Predictions of Psychophysical Data. **Frontiers in neuroscience**, 15, 615322, 2021. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.615322>

RIBEIRO, P. V. S.; SANTOS, D. M. L.; VASCONCELLOS, L. T. DE M.; CAVALCANTI, F. A. DE M. S.; CABÚS, R. C. Influência do peitoril de janelas na luz natural e visão de céu em enfermarias. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 11, p. e020009, 13 jul. 2020. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v11i0.8654728>

SANDER, Heather A.; POLASKY, Stephen. The value of views and open space: estimates from a hedonic pricing model for ramsey county, minnesota, usa. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 837-845, jul. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.10.009>.

SANTOS, B. P.; OLIVEIRA, V. A.; SOARES, M. C.; SCHWARTZ, E. Doença renal crônica: relação dos pacientes com a hemodiálise. **Abcs Health Sciences**, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 8-14, 26 abr. 2017. NEPAS. <http://dx.doi.org/10.7322/abcshs.v42i1.943>.

SEN, S., NIELSEN, T., NIELSEN, E., PRYDS, O., & CORTES, D. 2018. LED virtual windows are valuable in windowless consultation rooms. **Danish medical journal**, 65(9), A5499.

THAYER, A.; MORRISON, M.; LRC-RPI. **Lighting for Healthcare**. 2020. Disponível em: <[https://www.lrc.rpi.edu/healthyliving/index.html#section-downloads/Lighting for Healthcare.pdf](https://www.lrc.rpi.edu/healthyliving/index.html#section-downloads/Lighting%20for%20Healthcare.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2021.

THACH, Thuan-Quoc; MAHIRAH, Dhiya; SAUTER, Charlotte; ROBERTS, Adam Charles; DUNLEAVY, Gerard; NAZEHA, Nuraini; RYKOV, Yuri; ZHANG, Yichi; CHRISTOPOULOS, George I.; SOH, Chee-Kiong. Associations of perceived indoor environmental quality with stress in the workplace. **Indoor Air**, [S.L.], v. 30, n. 6, p. 1166-1177, 22 jun. 2020. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1111/ina.12696>.

TOLEDO, L. C. M. Feitos Para Cuidar: a arquitetura como um gesto médico e a humanização do edifício hospitalar. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, 2008. Originalmente apresentado

como tese de doutorado. Disponível em: <http://www.fau.ufrj.br/prolugar/assets/tese_toledo.pdf>. Acesso em: 12 set. 2021.

ULRICH, R. S. Health Benefits of Gardens in Hospitals. In: **PLANTS FOR PEOPLE: INTERNATIONAL EXHIBITION FLORIADE**, 2002, Haarlemmermeer. Proceedings [...]. Haarlemmermeer: BIE, 2002.p. 1-10.

U.S. Green Building Council (USGBC). LEED v4.1 for Building Design and Construction; USGBC Inc.: Washington, DC, USA, 2022.

VAN BOMMEL, W. Lamps, Gear and Drivers. In: VAN BOMMEL, W. (org.) **Interior Lighting - Fundamentals, Technology and Application**. 1 ed. Springer Nature Switzerland, 2019, p.263-314

VETTER, Céline; PATTISON, P. Morgan; HOUSER, Kevin; HERF, Michael; PHILLIPS, Andrew J. K.; WRIGHT, Kenneth P.; SKENE, Debra J.; BRAINARD, George C.; BOIVIN, Diane B.; GLICKMAN, Gena. A Review of Human Physiological Responses to Light: implications for the development of integrative lighting solutions. **Leukos**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 387-414, 26 mar. 2021. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/15502724.2021.1872383>.

WITZEL, D. DIALux evo – new calculation method, 2012. Disponível em: <https://www.dial.de/fileadmin/documents/dialux/DIALux_downloads/DIALux_evo-New_calculation_method.pdf>. Acesso em: 9 out. 2021.

WUNSCH, A. Artificial Light and Health. **Professional Lighting Design**, v. 53, p. 46-49, jan./feb. 2007.

ZIELINSKA-DABKOWSKA, K. M. Make lighting healthier. **Nature**, New York, v. 553, n. 7688, p. 274–276, 2018.

8 APÊNDICES

APÊNDICE A – Artigo “EFEITOS DA LUZ NATURAL NA SAÚDE HUMANA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA”

APÊNDICE B – Artigo “LUZ E REGULAÇÃO CIRCADIANA: ESTUDO DE CASO EM SALA DE TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA”



EFETOS DA LUZ NATURAL NA SAÚDE HUMANA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Juliana Pimentel Freitas (1); Andrea Coelho Laranja (2)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo,
juliana.p.freitas@edu.ufes.br

(2) Doutora, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, andrea.laranja@ufes.com,
Universidade Federal do Espírito Santo

RESUMO

A disponibilidade da luz natural em um ambiente pode trazer benefícios relacionados ao conforto e bem-estar de seus usuários além de benefícios nos processos fisiológicos, estando a luz natural associada a aspectos como humor, concentração, qualidade do sono e níveis de estresse. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar o panorama da produção científica que investiga a influência da iluminação natural na saúde humana entre os anos de 2000 e 2020. Utilizou-se como metodologia a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) visando mapear os estudos já produzidos relacionando luz natural e saúde. A metodologia foi dividida em quatro etapas: (1) Catalogação dos artigos; (2) Análise por tema; (3) Restrição por ano e relevância; (4) Análise do conteúdo. A partir de uma amostra inicial de 19.161 artigos, sete foram selecionados para a análise de conteúdo. Os resultados possibilitam analisar que “school”, “children” e “recovery” foram, respectivamente, o ambiente, a faixa-etária e o possível efeito da luz natural sobre a saúde humana com maior número de publicações entre os anos de 2000 e 2020. Conclui-se que a pesquisa em torno do tema tem se intensificado no decorrer dos anos com projeções crescentes para quase todos os temas, revelando diferentes metodologias e cenários futuros promissores quanto à evolução da pesquisa sobre luz natural e saúde.

Palavras-chave: luz natural, saúde, ciclo circadiano.

ABSTRACT

The availability of natural light in an environment can bring benefits related to its users comfort and well-being, in addition to benefits in physiological processes, being daylight associated with aspects such as mood, concentration, sleep quality and stress levels. Therefore, the objective of this work is to analyze the scientific production panorama that investigates the influence of daylighting on human health between the years 2000 and 2020. The Systematic Literature Review (RSL) was used as a methodology in order to map the studies already produced relating daylight and health. The methodology was divided into four stages: (1) Cataloging of articles; (2) Analysis by theme; (3) Restriction by year and relevance; (4) Content analysis. From an initial sample of 19,161 articles, seven were selected for content analysis. The results make it possible to analyze that “school”, “children” and “recovery” were, respectively, the environment, the age group and the possible effect of natural light on human health with the largest number of publications between the years 2000 and 2020. It is concluded that research on the theme has intensified over the years with increasing projections for almost all themes, revealing different methodologies and future promising scenarios regarding the evolution of research on daylight and health.

Keywords: daylight, health, circadian rhythm.

1. INTRODUÇÃO

Muitas pesquisas destacam relações positivas entre o estado de saúde e a disponibilidade de luz natural no ambiente interno. Baloch et al. (2021), Joarder et al. (2009) e Altomonte (2008), em seus estudos tratam a luz como importante fator benéfico de influência em aspectos fisiológicos, psicológicos e comportamentais do ser humano.

Por outro lado, a necessidade de se estabelecer condições artificiais de iluminação durante diferentes horários do dia, como em hospitais e outros estabelecimentos que desempenham atividades noturnas, acabam acarretando alterações no ritmo das funções biológicas do ser humano. Martau e Scarazzato (2009) alertam que, ao contrário da luz natural, a luz artificial não é capaz de equilibrar as reações fisiológicas desencadeadas no sistema nervoso central, que por sua vez libera substâncias associadas ao estresse produzidas pela concentração de luz azul.

Apesar dessas tentativas de estabelecer essas condições artificiais de iluminação, constatou-se que nos últimos 20 anos a pesquisa em torno da influência da luz nos processos fisiológicos se intensificou. Isso provavelmente se deu em função da descoberta, em 2002, por Berson et al. (2002) de um terceiro fotorreceptor na retina dos mamíferos, permitindo uma melhor compreensão acerca da regulação dos efeitos biológicos através da luz.

Nesse sentido, o papel terapêutico da luz natural em pacientes que passam por longos períodos de internação tem sido explorado em diversos trabalhos. Nestas pesquisas, leva-se em consideração a exposição dos pacientes ao ciclo claro-escuro correspondente a condição natural das 24 horas do dia e os possíveis efeitos decorrentes dessa exposição. Dentre estes trabalhos pode-se citar o desenvolvido por Park et al. (2018), onde foi possível observar uma redução no tempo de internação de um grupo de 38788 pacientes acamados próximos a uma janela, em comparação ao tempo de internação de um segundo grupo de 46233 pacientes localizados próximo a uma porta, com iluminação restrita.

2. OBJETIVO

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar o panorama da produção científica que investiga a influência da iluminação natural na saúde humana entre os anos de 2000 e 2020.

3. MÉTODO

Para a condução da pesquisa e análise do tema proposto, foi adotado o método da Revisão Sistemática da Literatura. A pesquisa foi dividida em cinco etapas metodológicas:

(1) Catalogação dos artigos: optou-se por realizar uma pesquisa prévia no Portal de Periódico Capes. As palavras-chave utilizadas foram: “*daylight*” AND “*health*” em qualquer campo. Os termos foram introduzidos em inglês de forma a obter mais resultados. Visando estudar os avanços no tema desde a descoberta, em 2002, por Berson et al. (2002) de um terceiro fotorreceptor na retina dos mamíferos, decidiu-se por estabelecer como recorte temporal o período compreendido entre os anos de 2000 e 2020. Foram considerados somente periódicos revisados por pares e artigos científicos publicados em língua inglesa como objeto de pesquisa.

(2) Análise por tema: a fim de refinar os resultados obtidos na primeira etapa, novos termos de busca foram definidos. Assim, acrescentou-se à pesquisa as palavras-chave “*office*”, “*hospital*”, e “*school*”, quando se trata do ambiente como objeto de estudo; “*newborn*”, “*children*”, e “*elderly*”, quando se trata da faixa etária; e “*well-being*”, “*productivity*”, e “*recovery*”, ao se considerar os possíveis efeitos da luz natural na saúde humana. Os termos foram acrescentados individualmente, cada um a seu tempo, utilizando o operador booleano “AND” entre cada campo.

(3) Restrição por ano e relevância: foram selecionados artigos dos últimos 20 anos (2000 a 2020) com conteúdo disponível e restringidos aos que possuíam as palavras-chave “*daylight*” AND “*health*” no título. Posteriormente, foi verificada a relação de cada um destes com os temas explorados na segunda etapa, constatada por meio da leitura dos resumos.

(4) Análise do conteúdo: a análise dos artigos selecionados foi realizada de forma qualitativa sobre a temática e metodologias de avaliação.

4. RESULTADOS

4.1. Catalogação dos artigos

A primeira etapa da pesquisa resultou em um total de 19.161 artigos. A Tabela 1 abaixo organiza a totalidade dos artigos encontrados entre 2000 e 2020 conforme seu ano de publicação, a fim de verificar os números da produção científica no decorrer do tempo. É apresentado também o aumento ou redução percentual do número de artigos publicados em relação ao ano anterior, representado graficamente conforme legenda em cores. Observa-se que, apesar de oscilar, o número de artigos publicados entre 2000 e 2020 aumentou de forma significativa a cada ano, havendo pequenas reduções no número de publicações em comparação ao ano anterior ao analisado.

Tabela 1 - Publicações nos últimos 20 anos (2000-2020).

Ano	Artigos	Percentual
2000	208	
2001	194	-6,7%
2002	314	61,9%
2003	291	-7,3%
2004	377	29,6%
2005	462	22,5%
2006	457	-1,1%
2007	543	18,8%
2008	684	26,0%
2009	803	17,4%
2010	925	15,2%
2011	863	-6,7%
2012	1049	21,6%
2013	1135	8,2%
2014	1365	20,3%
2015	1440	5,5%
2016	1366	-5,1%
2017	1511	10,6%
2018	1683	11,4%
2019	1676	-0,4%
2020	1809	7,9%

Legenda
Aumento
Redução

4.2. Análise por tema

Ao considerar o ambiente como objeto do estudo sobre luz natural e saúde, o acréscimo da palavra-chave “office” resultou em um total de 4.455 artigos publicados entre 2000 e 2020. Já o acréscimo das palavras “hospital” e “school” apresentaram um total de 4.106 e 6.535 artigos, respectivamente, durante o mesmo período.

A Figura 1 a seguir mostra a quantidade de artigos publicados no decorrer dos anos para estas temáticas. Ela apresenta a regressão linear, descrita por uma equação de primeira ordem, representando visualmente a relação entre as variáveis independentes (ano) e dependentes (número de artigos) nos gráficos. O fator R² (R-quadrado), ou Coeficiente de Correlação, mostra o quão bem esta equação descreve os dados apresentados ao aproximar-se de 1,00. Dessa forma, conclui-se que há uma tendência linear de alta em todas as situações, ou seja, os dados se comportam de forma ascendente. Isso indica uma projeção crescente para o número de artigos publicados para as temáticas “office”, “hospital” e “school” no futuro, com destaque para o significativo crescimento desta última entre os anos de 2000 e 2020 no que diz respeito ao número de publicações.

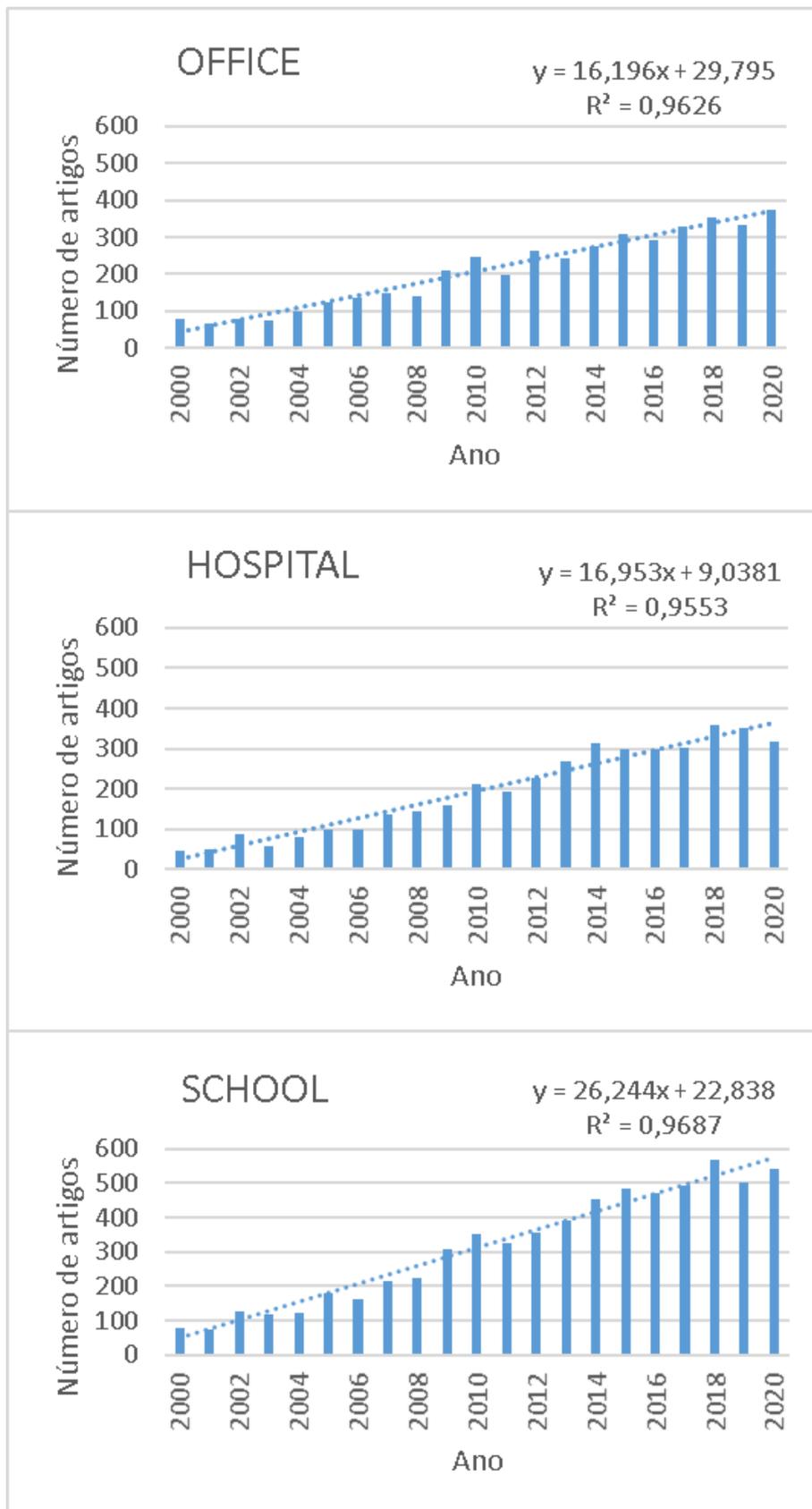


Figura 1 –Número de publicações sobre diferentes ambientes: “OFFICE”, “HOSPITAL”, “SCHOOL”.

Em relação aos estudos que consideram a influência da luz na saúde de pessoas de diferentes faixas etárias inseridas em determinado contexto físico-ambiental, obteve-se os seguintes dados: de 2000 a 2020 foram publicados 405 artigos com a palavra-chave “*newborn*”, 4.990 artigos com “*children*” e 1.846 artigos com a palavra-chave “*elderly*”, em qualquer campo. A Figura 2 a seguir mostra o número de publicações para cada faixa etária durante o recorte temporal adotado.

Conclui-se que há uma tendência linear de alta para todas as temáticas apresentadas, com destaque para o número de artigos publicados associados à palavra-chave “*children*”, significativamente maior que as demais temáticas exploradas nesta pesquisa. Pode-se perceber, por outro lado, que o número de artigos publicados com a palavra-chave “*newborn*” oscilou entre aumentos e reduções, enquanto o número de artigos relacionados à palavra-chave “*elderly*” teve crescimento mais expressivo e regular comparado à esta última.

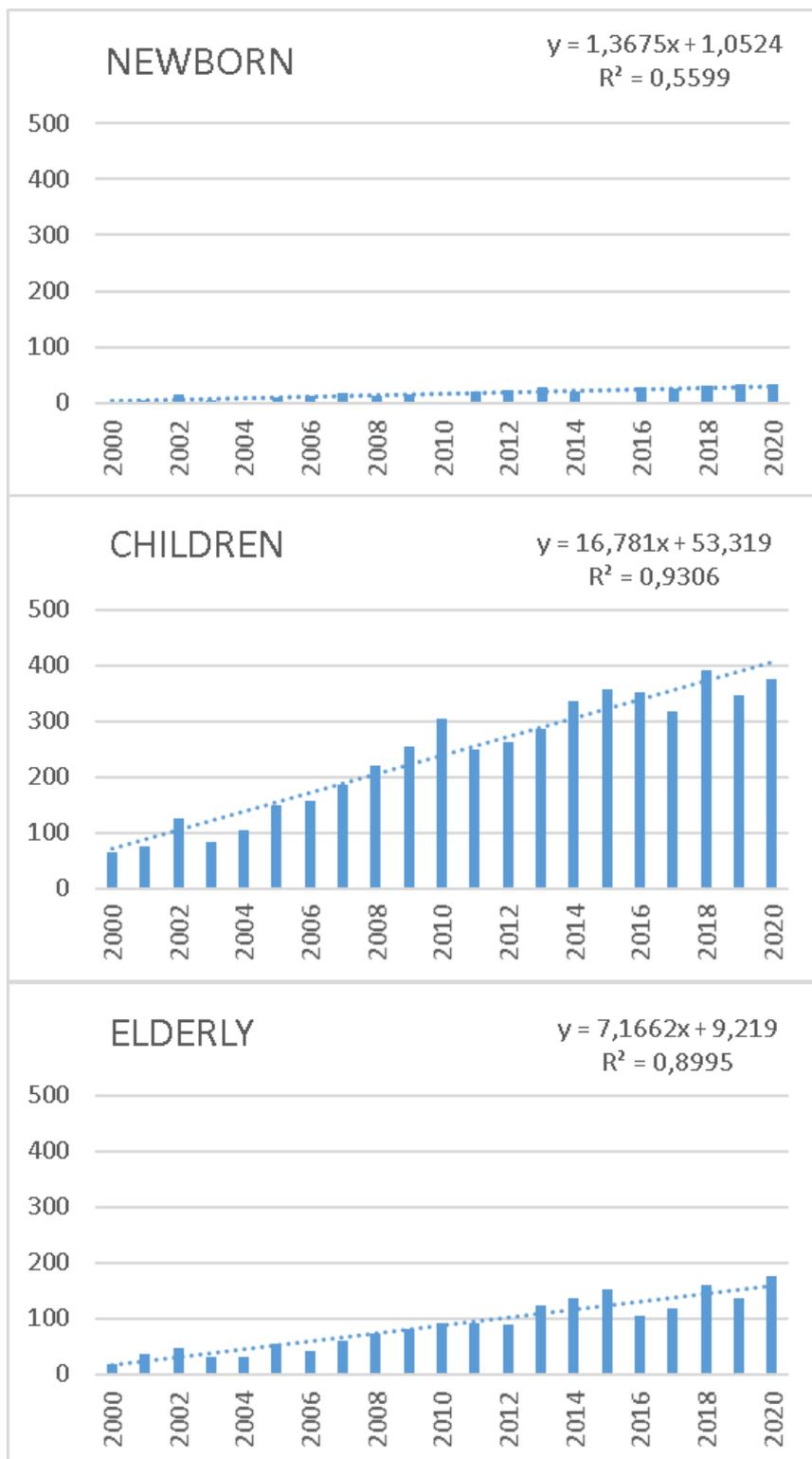


Figura 2 – Número de publicações sobre diferentes faixas etárias: “NEWBORN”, “CHILDREN”, “ELDERLY”.

Sobre os possíveis efeitos positivos da luz natural na saúde humana, a pesquisa permitiu encontrar 385 artigos publicados entre os anos de 2000 e 2020, os quais incluem a palavra-chave “*well-being*” nas buscas. Para a palavra-chave “*productivity*” foram encontrados 2.516 artigos e para “*recovery*”, 3.419 artigos.

O gráfico superior apresentado na Figura 3 mostra uma linha de tendência polinomial de declínio. Ela representa a oscilação dos dados relativos ao número de publicações associadas à palavra-chave “*well-being*” de forma adequada, descrita por meio de uma equação de ordem 4. Os dados flutuantes e decrescentes indicam um cenário futuro provável de redução ou ausência de artigos sobre o tema. Os demais gráficos apresentados na Figura 3, por sua vez, apresentam linhas de tendência lineares de alta, revelando um crescimento contínuo do número de publicações associados às palavras-chave “*productivity*” e “*recovery*” ao longo do tempo. A projeção, portanto, é de um aumento no número de artigos publicados sobre tais temáticas para os próximos anos.

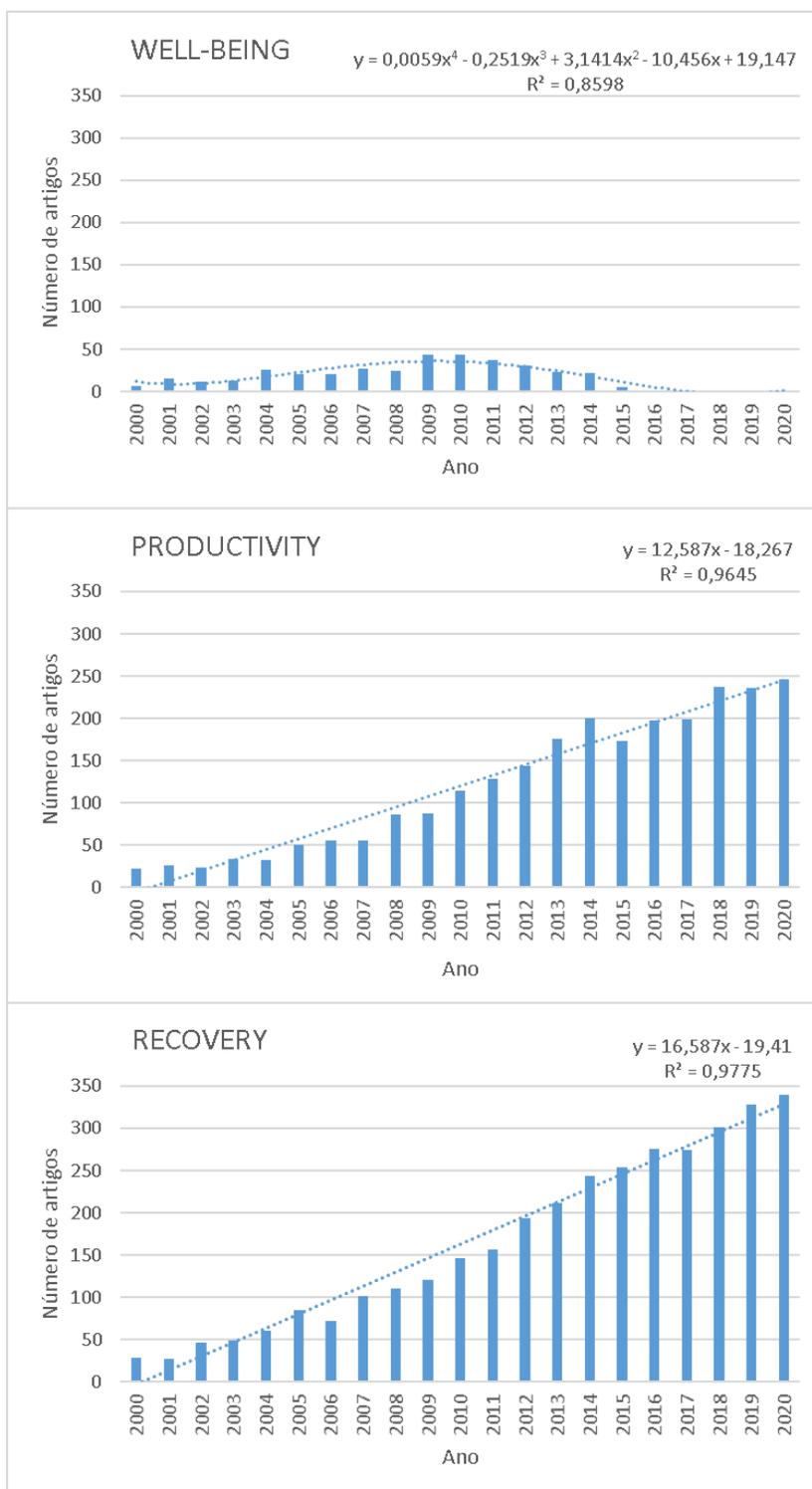


Figura 3 – Número de publicações sobre possíveis efeitos positivos: “WELL-BEING”, “PRODUCTIVITY”, “RECOVERY”.

4.3. Restrição por ano e relevância

A terceira etapa da pesquisa resultou em um total de 42 artigos, publicados entre os anos de 2000 e 2020 e contendo as palavras-chave “daylight” AND “health” no título. Desses 42 artigos, 15 artigos foram selecionados para análise do conteúdo. Dentre os não selecionados, 22 artigos não possuíam conteúdo disponível, um artigo não estava em inglês, três artigos eram repetidos e um artigo não possuía relação com o tema luz natural e saúde por meio da leitura dos resumos.

4.4. Análise do Conteúdo

Dentre os 15 artigos selecionados para análise do conteúdo, oito apresentaram a temática “luz natural e saúde” associada ao horário de verão. Apesar destes oito artigos explorarem critérios como bem-estar, estes estavam intrinsicamente relacionados à eventos decorrentes dos efeitos da alteração de horário. Sendo assim, optou-se por excluí-los, obtendo-se por fim uma amostra de sete artigos para análise do conteúdo.

A Figura 4 a seguir faz correspondência entre as temáticas exploradas em cada artigo selecionado com os três grupos de temáticas (faixa etária, ambiente de estudo e possíveis efeitos). Pode-se concluir, a partir da análise da figura, que há predominância entre os artigos analisados do estudo da temática luz natural e saúde relacionada ao bem-estar. Além disso, pode-se destacar a recorrência de publicações que tratam de escritórios como ambiente de estudo. Em relação à abordagem do assunto por faixa-etária, nota-se que a pesquisa tem se orientado conforme o ambiente de estudo, importando assim que o participante esteja inserido no contexto e apto ao método de avaliação que será aplicado.

ARTIGOS	FAIXA ETÁRIA			LOCAL			EFEITO		
	RECÉM-NASCIDOS	CRIANÇAS	IDOSOS	ESCRITÓRIO	HOSPITAL	ESCOLA	BEM-ESTAR	PRODUTIVIDADE	RECUPERAÇÃO
1	*1			*2					
2	*1			*2					
3	*3								
4				*4					
5									
6	*5								
7	*3								

*1 O artigo não tem o usuário como objeto de estudo, e sim o ambiente.

*2 O ambiente em questão é uma superfície horizontal.

*3 Os participantes do estudo são descritos como "empregados", logo infere-se que sejam adultos.

*4 O objeto de estudo da pesquisa é uma casa de repouso para idosos.

*5 Foram excluídos do estudo apenas pacientes maiores de 80 anos.

Figura 4 – Relação faixa etária, local de estudo e possíveis efeitos da luz para cada artigo

A análise do conteúdo permitiu também classificar os trabalhos quanto à modalidade da pesquisa. Dentre os sete artigos analisados, seis desenvolveram pesquisas experimentais e um artigo realizou pesquisa teórica (Tabela 2). Os métodos de avaliação utilizados nos trabalhos experimentais foram: monitoramento, simulação, teste sanguíneo, questionário, análise estatística, medição corporal, monitoramento ambiental, teste cognitivo ou a combinação desses procedimentos. O artigo teórico encontrado realizou análise de registros de dados e análise estatística.

Tabela 2 – Quantidade de artigos por metodologia

Categoria	Metodologia de Avaliação	Quantidade
Experimental	Monitoramento e simulação	02
	Teste sanguíneo, questionário (GHQ, VAS, KSS) e análise estatística	01
	Questionário (SF-36, PSQI), medição corporal e análise estatística	01
	Monitoramento ambiental, questionário, teste cognitivo, análise estatística	01
	Monitoramento ambiental, questionário, medição corporal, teste cognitivo (SMS), análise estatística	01
Teórico	Análise de dados, análise estatística	01

5. CONCLUSÕES

A pesquisa apresentou o panorama da produção científica que investiga a influência da luz natural na saúde humana entre os anos de 2000 e 2020. A metodologia compreendeu a catalogação de 19.161 artigos, dos quais sete foram selecionados para análise do conteúdo.

A catalogação dos artigos permitiu observar o crescimento do número de publicações entre os anos de 2000 e 2020, marcado por pequenas reduções quando comparados anos subsequentes. A análise quantitativa demonstrou, quando observada a relação entre luz natural e saúde por ambientes, que o número de artigos que consideram escolas como objeto de estudo foi significativamente maior quando comparado ao número de pesquisas envolvendo hospitais e escritórios. Em relação às pesquisas que tratam de determinada faixa-etária, pode-se perceber um maior número de publicações relacionadas a crianças, quando comparado às mesmas relações para idosos e recém-nascidos. No que diz respeito aos possíveis efeitos da luz natural sobre a saúde humana, poucos foram os artigos encontrados sobre bem-estar, que apresenta declínio com projeção para ausência de publicações sobre o tema. O número de artigos publicados sobre luz natural e sua influência sobre a recuperação de pacientes, por sua vez, apresentou-se como maior dentre as três categorias, seguido do número de trabalhos envolvendo produtividade. Com relação às metodologias empregadas, destaca-se a utilização de questionários e análise estatística, presente em boa parte dos artigos analisados.

Assim, infere-se que a pesquisa sobre a influência da luz natural sobre a saúde humana tem se mostrado relevante ao considerar aspectos benéficos decorrentes de sua disponibilidade no ambiente construído. Conclui-se também que o número de publicações sobre a temática tem aumentado de forma significativa no decorrer dos anos, com projeções crescentes para quase todos os temas, revelando diferentes metodologias e cenários futuros promissores quanto à evolução da pesquisa sobre luz natural e saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALATOMONTE, Sergio. Daylight for Energy Savings and Psycho-Physiological WellBeing in Sustainable Built Environments, **Journal of Sustainable Development** 1, Nottigham, v. 1, n.3, p. 3-16, nov. 2008.
- AXELSSON, Jóhann; RAGNARSDÓTTIR, Sólveig; PIND, Jörgen; SIGBJÖRNSSON, Ragnar. Chromaticity of daylight: is the spectral composition of daylight an aetiological element in winter depression? **International Journal Of Circumpolar Health**, [S.L.], v. 63, n. 2, p. 145-156, jun. 2004. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.3402/ijch.v63i2.17701>.
- AXELSSON, Jóhann; RAGNARSDÓTTIR, Sólveig; PIND, Jörgen; SIGBJÖRNSSON, Ragnar. Daylight availability: a poor predictor of depression in iceland. **International Journal Of Circumpolar Health**, [S.L.], v. 63, n. 3, p. 267-276, set. 2004. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.3402/ijch.v63i3.17736>.
- BALLOCH, Ramen; MAESANO, Cara Nichole; CHRISTOFFERSEN, Jens; MANDIN, Corinne; CSOBOD, Eva; FERNANDES, Eduardo de Oliveira; ANNESI-MAESANO, Isabella. Daylight and School Performance in European Schoolchildren. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 258, 31 dez. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18010258>.
- BERSON, David M.; DUNN, Felice A.; TAKAO, Motoharu. Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock. **Science**, [S.L.], v. 295, n. 5557, p. 1070-1073, 8 fev. 2002. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1067262>.
- BOUBEKRI, Mohamed; CHEUNG, Ivy N.; REID, Kathryn J.; WANG, Chia-Hui; ZEE, Phyllis C. Impact of Windows and Daylight Exposure on Overall Health and Sleep Quality of Office Workers: a case-control pilot study. **Journal Of Clinical Sleep Medicine**, [S.L.], v. 10, n. 06, p. 603-611, 15 jun. 2014. American Academy of Sleep Medicine (AASM). <http://dx.doi.org/10.5664/jcsm.3780>.
- BOUBEKRI, Mohamed; LEE, Jaewook; MACNAUGHTON, Piers; WOO, May; SCHUYLER, Lauren; TINIANOV, Brandon; SATISH, Usha. The Impact of Optimized Daylight and Views on the Sleep Duration and Cognitive Performance of Office Workers. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 17, n. 9, p. 3219, 6 maio 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17093219>.
- JOARDER, Md. Ashikur Rahman.; PRICE, Andrew D. F.; MOURSHED, Monjur. Systematic study of the therapeutic impact of daylight associated with clinical recovery. *IN: KAGIOGLOU, M. ... et al, (eds.). Proceedings of PhD Workshop of HaCIRIC's International Conference 2009: Improving Healthcare Infrastructures through Innovation, HaCIRIC, Brighton, UK, 1st April 2009, pp. 25-31.*
- KARAMI, Zohre; GOLMOHAMMADI, Rostam; HEIDARIPAPLAVIAN, Ahmad; POOROLAJAL, Jalal; HEIDARIMOGHADAM, Rashid. Effect of Daylight on Melatonin and Subjective General Health Factors in Elderly People. **Iran J Public Health**. 45(5):636-643, mai. 2016.
- MARTAU, Betina Tschiedel; SCARAZZATO, Paulo Sérgio. Impactos não visuais da iluminação. **XII Encontro**, 2009.
- PARK, Man Young; CHAI, Choul-Gyun; LEE, Hae-Kyung; MOON, Hani; NOH, Jai Sung. The Effects of Natural Daylight on Length of Hospital Stay. **Environmental Health Insights**, [S.L.], v. 12, p. 117863021881281, jan. 2018. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1178630218812817>.
- WHO . **Constitution of the World Health Organization**. Geneva: World Health Organization; 1948.

LUZ E REGULAÇÃO CIRCADIANA: ESTUDO DE CASO EM SALA DE TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA

(1) **Juliana Pimentel Freitas**; (2) **Andréa Coelho Laranja**

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo,
juliana.p.freitas@edu.ufes.br

(2) Doutora, Professora no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo,
andrea.laranja@ufes.com

RESUMO

As pesquisas em torno da influência da luz na saúde humana têm obtido um lugar de grande importância no cenário da produção científica. Tal questão está relacionada à descoberta, há aproximadamente duas décadas, da melanopsina, uma proteína fotorreceptiva presente no olho humano, nas células retiniais ganglionares intrinsecamente fotossensíveis (ipRGC). Essa descoberta, acompanhada da exploração do tema, permitiu uma melhor compreensão acerca dos processos de regulação circadiana e suas relações com a iluminação no ambiente construído, uma vez que essas estruturas são extremamente sensíveis a região azul do espectro visível da luz. Nesse sentido é importante citar a influência positiva da iluminação no bem-estar e conforto dos ocupantes de ambientes de longa permanência no qual as pessoas desempenham atividades em diferentes horários do dia, como clínicas e hospitais. Sendo assim, este artigo tem como objetivo avaliar os níveis de estímulo decorrentes da exposição à luz artificial no ciclo circadiano de pacientes em uma sala de Terapia Renal Substitutiva (sala de diálise) com base nos princípios da iluminação integrativa. A metodologia abrangeu estudo de caso por meio de simulação computacional (DIALuxEvo 10.0). A fim de quantificar o estímulo circadiano, duas métricas foram utilizadas, o *Circadian Stimulus* (CS) e o *Equivalent Melanopic Lux* (EML). Também foram utilizados como base os valores de iluminância da ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Identificou-se que os valores de iluminância encontrados estão inadequados em relação à ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Por outro lado, em determinados horários do dia, esses mesmos valores satisfazem ao EML e ao CS. Além disso, observou-se que existe forte relação entre o posicionamento da fonte de luz artificial e o layout, revelando a necessidade de se pensar o layout de forma a atender adequadamente os níveis de estímulo necessários para que ocorra a sincronização dos ritmos biológicos com as condições ambientais de iluminação.

Palavras-chave: ciclo circadiano; luz artificial; diálise.

ABSTRACT

Research on the influence of light on human health has gained a place of great importance in the scenario of scientific production. This question is related to the discovery, approximately two decades ago, of melanopsin, a photoreceptive protein present in the human eye, in intrinsically photosensitive retinal ganglion cells (ipRGC). This discovery, together with the exploration of the theme, allowed a better understanding of the circadian regulation processes and their relationship with lighting in the built environment, since these structures are extremely sensitive to the blue region of the visible light spectrum. In this sense, it is important to mention the positive influence of lighting on the well-being and comfort of occupants of long-stay environments in which people perform activities at different times of the day, such as clinics and hospitals. Therefore, this article aims to evaluate the stimulus levels resulting from exposure to artificial light in the circadian rhythm of patients in a Renal Replacement Therapy room (dialysis room) based on the principles of integrative lighting. The methodology covered a case study through computer simulation (DIALuxEvo 10.0). In order to quantify the circadian stimulus, two metrics were used, the *Circadian Stimulus* (CS) and the *Equivalent Melanopic Lux* (EML). The illuminance values of ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 were also used as a basis. It was identified that the illuminance values found are inadequate in relation to ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. On the other hand, at certain times of the day, these same values satisfy both the EML and the CS. In addition, it was observed that there is a strong relationship between the positioning of the artificial light source and the layout, revealing the need to think about the layout in order to adequately meet the stimulus levels necessary for the synchronization of biological rhythms with the ambient lighting conditions.

Keywords: circadian rhythm; artificial light; dialysis.

1. INTRODUÇÃO

As relações existentes entre iluminação e ambiente construído vão além dos parâmetros de desempenho conhecidos acerca de quantidade, variação e distribuição da luz. A iluminação, além de permitir a visão, exerce influência na saúde humana em diversos níveis, atuando sobre aspectos psicológicos e também sobre o processo fisiológico de regulação circadiana, o qual é responsável pela regulação do sono, humor e estado de alerta. O rompimento desse sistema está associado a riscos de saúde a longo prazo (ACOSTA *et al.*, 2017). Cho *et al.* (2015) apontam que tal rompimento, conhecido como dessincronização circadiana, pode estar associado à necessidade de se estabelecer condições artificiais de iluminação durante diferentes horários do dia, como em hospitais e outros estabelecimentos que desempenham atividades noturnas. Os autores acrescentam ainda que, em um cenário como esse, ocorrerão alterações relacionadas ao ritmo das funções biológicas e consequentemente a produção ou inibição de processos fisiológicos, levando a riscos de saúde.

Nesse contexto, pode-se notar que estudos têm explorado o papel terapêutico da luz em pacientes que possuem uma rotina hospitalar, considerando a exposição destes ao ciclo claro-escuro correspondente a condição natural das 24 horas do dia. Dentre estes estudos pode-se citar o desenvolvido por Park *et al.* (2018), cujos resultados demonstraram que o tempo de internação de um grupo de 38788 pacientes acamados próximos a uma janela (maior acesso à luz natural) foi menor comparado a um grupo de 46233 pacientes em uma cama próximo a uma porta (iluminação natural restrita).

Por outro lado, quando considerada a iluminação artificial, pesquisas buscam compreender como a exposição à luz artificial no período noturno pode afetar negativamente a saúde humana em relação aos efeitos fisiológicos dela decorrentes, como a supressão de melatonina e a alteração do ritmo circadiano. A melatonina é um hormônio cuja síntese e secreção ocorrem na glândula pineal, por meio da via neural que encaminha os sinais luminosos dos olhos para o núcleo supraquiasmático do hipotálamo. Ela tem como função o controle de diversas funções fisiológicas, como sono e vigília (GUYTON; HALL, 2017). A supressão da melatonina acontece de forma significativa na presença de luz branca, enquanto sua produção ocorre na ausência de luz (BOYCE, 2003). Tais relações puderam ser observadas em um estudo realizado por Lee *et al.* (2020), envolvendo 24 homens saudáveis, onde foram considerados tempo de exposição, diferentes condições de iluminação e supressão de melatonina, sonolência e performance. Os resultados sugeriram que a exposição à luz de intensidades variadas à noite poderia ser um fator de influência na supressão de melatonina em um ambiente real de trabalho noturno.

Nesse sentido, algumas terminologias surgiram, a fim de considerar no projeto de iluminação os efeitos que a exposição à luz pode exercer sobre o sistema não visual humano. A Iluminação Centrada no Ser Humano (ou *Human Centric Lighting – HCL*) considera tanto os efeitos visuais quanto os efeitos não visuais da exposição à luz em humanos, bem como as consequências desta exposição na produtividade, bem-estar e saúde (BOYCE, 2016). O conceito de Iluminação Integrativa (ou *Integrative Lighting*), por sua vez, estabelece como objetivo integrar efeitos visuais e não visuais, de modo que seja possível evidenciar cientificamente a influência fisiológica e psicológica da exposição à luz em seres humanos (CIE, 2019; CHAVES; MARTAU, 2019). Neste trabalho será adotada a terminologia Iluminação Integrativa, considerando ser esta a mais recente publicação sobre o assunto, de caráter mais específico sobre a temática.

Dessa forma, faz-se necessário ampliar o conhecimento acerca das relações entre luz e saúde no ambiente construído. Em se tratando do ambiente hospitalar, são conhecidas normas ou diretrizes exclusivas ao sistema visual e desempenho de tarefas. A ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, nesse sentido, estabelece níveis de iluminância para ambientes como enfermaria e sala de atendimento médico baseados na distribuição da luz sobre a área de trabalho e na garantia da realização da tarefa de forma rápida, segura e confortável. Entretanto, como métrica de desempenho visual, essa abordagem não considera a eventual passividade do usuário nesse contexto, exposto à iluminação destinada à realização de tarefas.

Na área da saúde, especialmente na Nefrologia, é importante citar que pacientes em terapia renal passam parte de seu tempo em clínicas para realização do tratamento. Espaços de saúde como este muitas vezes apresentam acesso limitado à luz natural, que por sua dinamicidade apresenta-se como importante fator de regulação dos ritmos biológicos e não pode ser compensada por uma configuração padrão de iluminação artificial (BABILON *et al.*, 2021). Pacientes em terapia renal geralmente apresentam distúrbios do sono, como comprovado em estudos realizados sobre a relevância desse e outros sintomas no paciente em questão (MERLINO *et al.*, 2006; BASTOS *et al.*, 2007). O tempo de permanência, assim como as privações, são fatores que exercem influência sobre o bem-estar dos usuários e devem ser considerados ao projetar tais espaços (LEW, PIRAINO, 2005).

A doença renal crônica (DRC) ocorre quando há perda total das funções renais. Dessa forma, o tratamento que visa manter a qualidade de vida do paciente é a Terapia Renal Substitutiva (TRS). Dentre as modalidades da terapia estão o transplante renal, a diálise peritoneal e a hemodiálise, sendo esta última a mais

comum e realizada com o auxílio de máquinas em clínicas ou hospitais. As sessões são realizadas no mínimo 3 vezes por semana com aproximadamente 3-4 horas de duração (SANTOS *et al.*, 2017; COSTA; COUTINHO, 2016). Visto que estes pacientes passam parte de seu tempo em clínicas para realização do tratamento, é importante considerar a exposição dos ocupantes de ambientes de longa permanência à luz artificial, como os pacientes de terapia renal substitutiva, bem como aos efeitos a estas relacionados.

Paralelamente a isto, estudos buscam quantificar os impactos decorrentes das condições de iluminação na manutenção do ritmo circadiano (LANG, 2011; REA; FIGUEIRO, 2011). Dentre as métricas circadianas em desenvolvimento, destacam-se a do *Equivalent Melanopic Lux* (EML), ou Lux Melanópico Equivalente e o *Circadian Stimulus* (CS), ou Estímulo Circadiano; (REA *et al.*, 2005; REA *et al.*, 2012; LUCAS *et al.*, 2014; REA; FIGUEIRO, 2018; IWBI, 2022).

O Lux Melanópico Equivalente (EML) relaciona diretamente uma unidade de iluminância (Lux Fotópico) com as células retinais ganglionares intrinsecamente fotossensíveis (ipRGC) e sua função de sensibilidade espectral (função de resposta melanopsina - $Nz(\lambda)$). Baseado exclusivamente na sensibilidade espectral do ipRGC, o valor do EML pode ser obtido por meio de um cálculo proposto pela WELL *Building Certification*, onde o valor do Lux Fotópico (lux) é multiplicado por uma constante de cálculo (R) (LUCAS *et al.*, 2014; IWBI, 2022). Por outro lado, o conceito da métrica Estímulo Circadiano (CS) considera que, além do ipRGC, os cones e os bastonetes têm influência direta na resposta do ser humano à luz, não só em relação à transmissão dos impulsos para o sistema visual, mas também em relação à influência que exercem em seu sistema circadiano. A fim de realizar o cálculo das unidades circadianas, as pesquisas relacionadas ao assunto apresentam a ferramenta *CS Calculator*, que utiliza como base de cálculo dados da fonte luminosa como a Iluminância Fotópica Vertical e a Temperatura de Cor Correlata (TCC) (FIGUEIRO; REA; WARD, 2019).

Embora não haja consenso entre a comunidade científica sobre qual métrica seria a mais adequada para projetar a iluminação integrativa, o fato de que as normas para projeto existentes consideram apenas métricas de desempenho justifica a necessidade de ampliar estudos dessa natureza em contextos específicos.

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo avaliar os níveis de estímulo decorrentes da exposição à luz artificial no ciclo circadiano de pacientes em uma sala de Terapia Renal Substitutiva (sala de diálise) com base nos princípios da iluminação integrativa.

3. MÉTODO

Os procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa foram divididos em 4 etapas:

- a. levantamento *in loco*;
- b. simulação computacional;
- c. cálculos do estímulo circadiano;
- d. análise dos dados.

3.1. Levantamento *in loco*

O objeto de estudo é uma sala de diálise da Unidade de Terapia Renal Substitutiva (UTRS) localizada no município de São Mateus, Espírito Santo (18° 43' 0" S / 39° 51' 34" W), como mostra a Figura 1. A Unidade possui apenas uma sala de diálise, localizada no pavimento térreo. Nesse ambiente são desempenhadas atividades no período compreendido entre 7h e 21h, durante 6 dias da semana, onde é prestado atendimento a pacientes com insuficiência renal. A sala de diálise possui 18,03m de largura, 13,83m de profundidade, 2,85m de altura, com área de 249,35m². Nela estão dispostas 36 poltronas distribuídas igualmente em seis colunas, estando três colunas à esquerda e três colunas à direita do acesso principal, como mostra a Figura 3 a seguir.

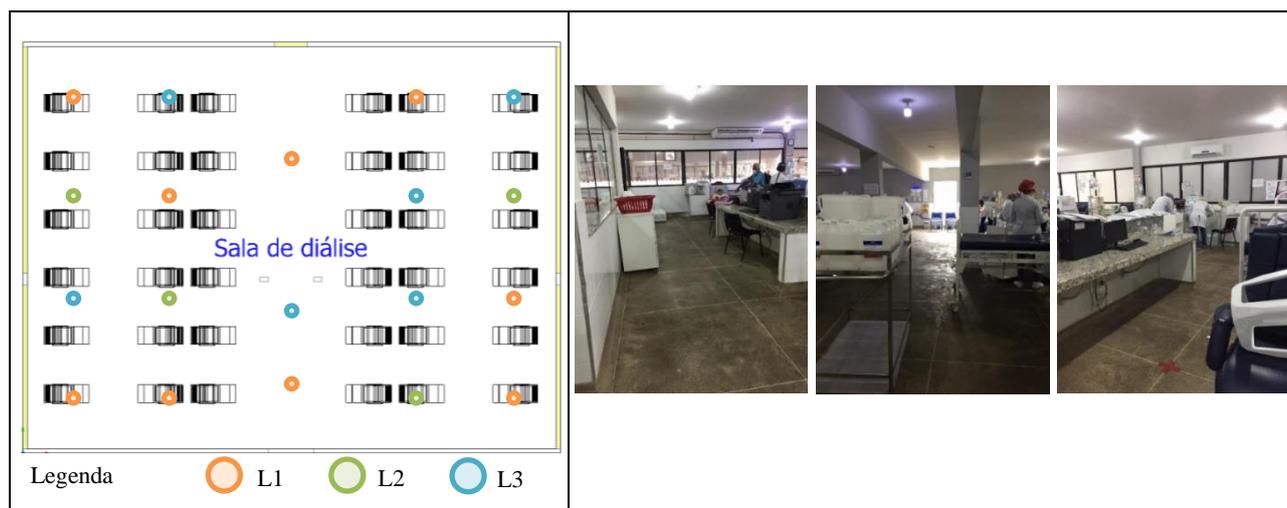
Figura 1 – Localização da sala no edifício e dimensões da sala de diálise estudada com *layout* (cadeiras).



Fonte: Google Maps; autoras.

O ambiente possui janelas nas laterais da sala na extensão de sua profundidade, além de uma janela com peitoril baixo na parede oposta ao acesso principal. Entretanto, neste estudo, será considerada apenas a contribuição da iluminação artificial na manutenção do ciclo circadiano, visto que a análise se dará para uma sala padrão sem acesso à luz natural. A iluminação artificial se dá por meio de 19 lâmpadas em LED no teto da sala de diálise, tendo sido identificados três tipos diferentes de lâmpadas dispostas aleatoriamente. A Figura 2 apresenta a disposição das lâmpadas em planta, caracterizadas como L1, L2 e L3. Em relação às superfícies internas do ambiente, essas caracterizam-se por piso de cor escura, paredes claras e teto claro.

Figura 2 – Pontos de iluminação no teto da sala de diálise estudada e características das superfícies da sala.



Fonte: autoras.

As características das lâmpadas são apresentadas no Quadro 1. O arquivo de dados fotométricos no formato *IES (Illumination Engineering Society)* foi disponibilizado pelo fabricante da luminária e utilizado na etapa de simulação computacional.

Quadro 1 – Características da lâmpada selecionada para cada cenário.

Características	Luminária L1	Luminária L2	Luminária L3
Potência	13 W	16 W	22 W
Fluxo Luminoso	1310 lm	1521 lm	2300 lm
Temperatura de cor	6500K	6500K	6500K

Fonte: autoras.

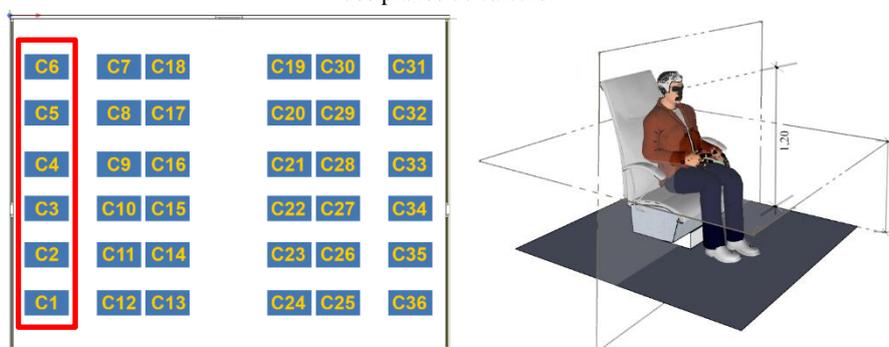
3.2. Simulação Computacional

Para obtenção dos dados de iluminância interna utilizou-se como ferramenta o software DIALuxEvo 10.0. O DIALux é um software para simulação e visualização das condições de iluminação em um ambiente, seja a fonte de luz natural ou artificial (NURROHMAN *et al.*, 2021). O software utiliza o método de cálculo *Photon Shooting* onde a luz é distribuída nas superfícies visíveis do ambiente, utilizando o fóton como unidade de medida. Dessa forma, a luminância ou a iluminância são determinadas a partir do número de fótons por área de superfície e de seu conteúdo energético, aproximando-se consideravelmente da forma como acontece a distribuição real da luz no ambiente (WITZEL, 2012).

Enquanto a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 considera a iluminância horizontal (E_h) no plano de trabalho para o conforto visual, as métricas circadianas utilizam a iluminância vertical (E_v) para a verificação da quantidade de luz na altura do olho do usuário e dos aspectos não visuais. A fim de realizar a análise do potencial circadiano desse espaço por meio da iluminação artificial, uma região da sala de diálise foi selecionada, apresentada na Figura 3.

Para obtenção dos dados de E_h , um plano de cálculo horizontal correspondente à área ocupada por cada cadeira foi criado a 0,75m de altura do piso. Por outro lado, para obter os dados de E_v , foi realizada a inserção de pontos de cálculo no centro de cada cadeira a 1,20m do piso de forma a simular a altura e o ângulo de incidência da luz no olho de um paciente sentado.

Figura 3 – Planta baixa da sala com layout (destaque para região selecionada para análise) e perspectiva com informações de altura dos planos de cálculo.



Fonte: autoras.

A simulação foi realizada para três situações distintas, caracterizadas como SL1, SL2 e SL3. Foi considerado para cada uma delas um cenário composto totalmente por cada um dos tipos de lâmpadas identificados. Em relação às superfícies internas do ambiente, foram consideradas para simulação as refletâncias internas: piso = 0,30, parede = 0,70, teto = 0,70.

A partir da etapa de simulação, foram utilizados dados de E_v , temperatura de cor correlata (TCC) e distribuição espectral de potência (DEP) no cálculo do estímulo circadiano por meio das métricas descritas a seguir.

3.3. Lux Melanópico Equivalente (EML)

A métrica desenvolvida por Lucas *et al.* (2014) encontrou aplicação na certificação para edificações WELL Building Certification, assim denominada Lux Melanópico Equivalente (EML) (IWBI, 2022). O EML utiliza valores de iluminância medidos verticalmente na altura dos olhos do observador (E_v) multiplicados pela razão melanópica (R) – que é um coeficiente obtido a partir do espectro da fonte de luz – para obter o valor de lux melanópico (BUSATTO *et al.*, 2020).

O procedimento mais preciso para o cálculo do EML consiste em utilizar a DEP da fonte de luz no preenchimento da planilha “*Melanopic Ratio*” para determinação da constante de cálculo (R). A ferramenta permite inserir os dados de radiância espectral de acordo com os comprimentos de onda (λ), no valor compreendido entre 380 nm e 860 nm, a cada 5 nm. Dessa forma, o cálculo se desenvolve a partir da Equação (1).

$$EML=L \times R \quad (1)$$

onde, EML = Lux Melanópico Equivalente (EML);

L = Lux Fotópico (lux);

R = constante de cálculo.

Dado a indisponibilidade dos dados de DEP das fontes selecionadas no site do fabricante, foram inseridos na planilha de cálculo os dados de DEP de uma lâmpada de LED com mesma temperatura de cor e espectro semelhante ao das lâmpadas selecionadas para a simulação.

Para o cálculo do EML, o valor de E_v foi multiplicado pela constante de cálculo (R) de 0,86, obtida por meio da ferramenta “*Melanopic Ratio*”. A recomendação para a iluminação circadiana indica que valores mínimos de EML devem ser atingidos entre as 9h e 13h, sendo reduzidos após as 20h, para que ocorra o alinhamento entre o ritmo circadiano e o ciclo claro-escuro, que é o ciclo de 24 horas do dia (IWBI, 2022).

3.3. Estímulo Circadiano (CS)

Considerada uma métrica de relevância no cálculo do estímulo provocado por uma fonte de luz ao relógio biológico humano, o CS baseia-se no mecanismo da fototransdução, ou seja, em como o sistema visual humano converte o estímulo luminoso em estímulos neurais que afetam diretamente o sistema circadiano (BABILON; BECK; KHANH, 2021; FIGUEIRO *et al.*, 2020).

A métrica tem como ferramenta de cálculo das unidades circadianas a *CS Calculator*, desenvolvida pelo Lighting Research Center, do Rensselaer Polytechnic Institute. Pesquisas realizadas por este laboratório apresentam diretrizes a fim de conduzir o projeto de iluminação artificial em diversas situações, com vistas à sincronização circadiana. Sugere-se, por exemplo, em ambientes de longa permanência, como os de atenção à saúde, que ocorra a exposição por um tempo de uma hora a um CS de 0,3 ou mais nas primeiras horas do dia, a fim de proporcionar estímulos ao sistema circadiano e conseqüentemente melhorias na saúde e no bem-estar. Por outro lado, ao se aproximar do período noturno, recomenda-se que o cenário existente de iluminação conceda um valor de CS menor que 0,1 (FIGUEIRO *et al.*, 2020; THAYER; MORRISON; LRC-RPI, 2020).

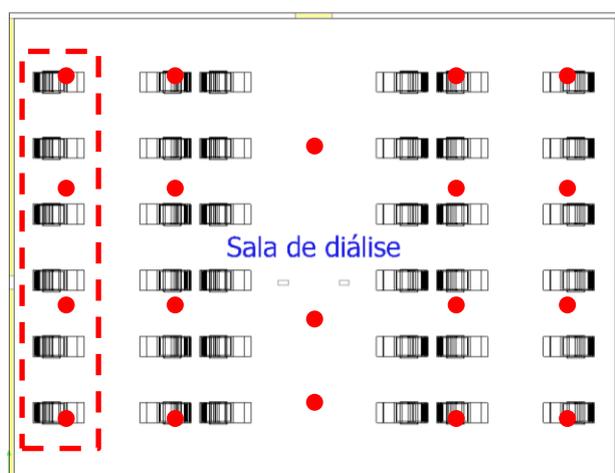
Diante do exposto, foi realizado o cálculo das unidades circadianas por meio da utilização da ferramenta de cálculo *CS Calculator*. O cálculo foi realizado considerando os dados de E_v ponto a ponto, no centro de cada cadeira, obtidos na etapa de simulação computacional, bem como escolhida a temperatura de cor e a fonte padrão disponibilizada pela ferramenta cujo DEP se assemelhou ao das fontes utilizadas neste estudo.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados obtidos na simulação computacional e no cálculo das unidades circadianas permitiram verificar o atendimento aos níveis mínimos estabelecidos pela norma de desempenho de iluminação, bem como aos valores recomendados pelas métricas circadianas analisadas para estímulo circadiano.

A região selecionada para estudo e os valores de E_h e E_v obtidos são apresentados na Figura 4. Foi possível observar que os valores de E_h obtidos não alcançaram o valor mínimo de 500 lux especificado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 em nenhuma das situações. Por outro lado, os dados de E_v permitiram a obtenção dos valores de EML utilizando o valor da constante R, e por fim o valor de CS, obtido por meio da calculadora.

Figura 4 – Planta baixa da sala de diálise (destaque para a região de estudo selecionada e posicionamento das cadeiras e luminárias) e respectivos valores de E_v e E_h obtidos para SL1, SL2 e SL3.



C6	S	SL1	SL2	SL3
	E_h	90,3 lx	96,4 lx	155 lx
	E_v	75 lx	82,2 lx	132 lx
C5	S	SL1	SL2	SL3
	E_h	77,5 lx	83,5 lx	138 lx
	E_v	63,5 lx	71,6 lx	113 lx
C4	S	SL1	SL2	SL3
	E_h	85,6 lx	91,5 lx	153 lx
	E_v	69,5 lx	76,3 lx	123 lx
C3	S	SL1	SL2	SL3
	E_h	88,3 lx	94,9 lx	149 lx
	E_v	70,6 lx	77,7 lx	124 lx
C2	S	SL1	SL2	SL3
	E_h	79 lx	85,9 lx	136 lx
	E_v	64,7 lx	78,6 lx	118 lx
C1	S	SL1	SL2	SL3
	E_h	90 lx	96,1 lx	156 lx
	E_v	77,3 lx	85,4 lx	136 lx

Fonte: autoras.

No que se refere ao EML, pode-se dizer que a totalidade dos valores obtidos para cada cadeira nas três situações analisadas não atendem o mínimo de 150 EML necessário nas primeiras horas do dia para supressão da melatonina e consequente alinhamento do ritmo circadiano. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 1.

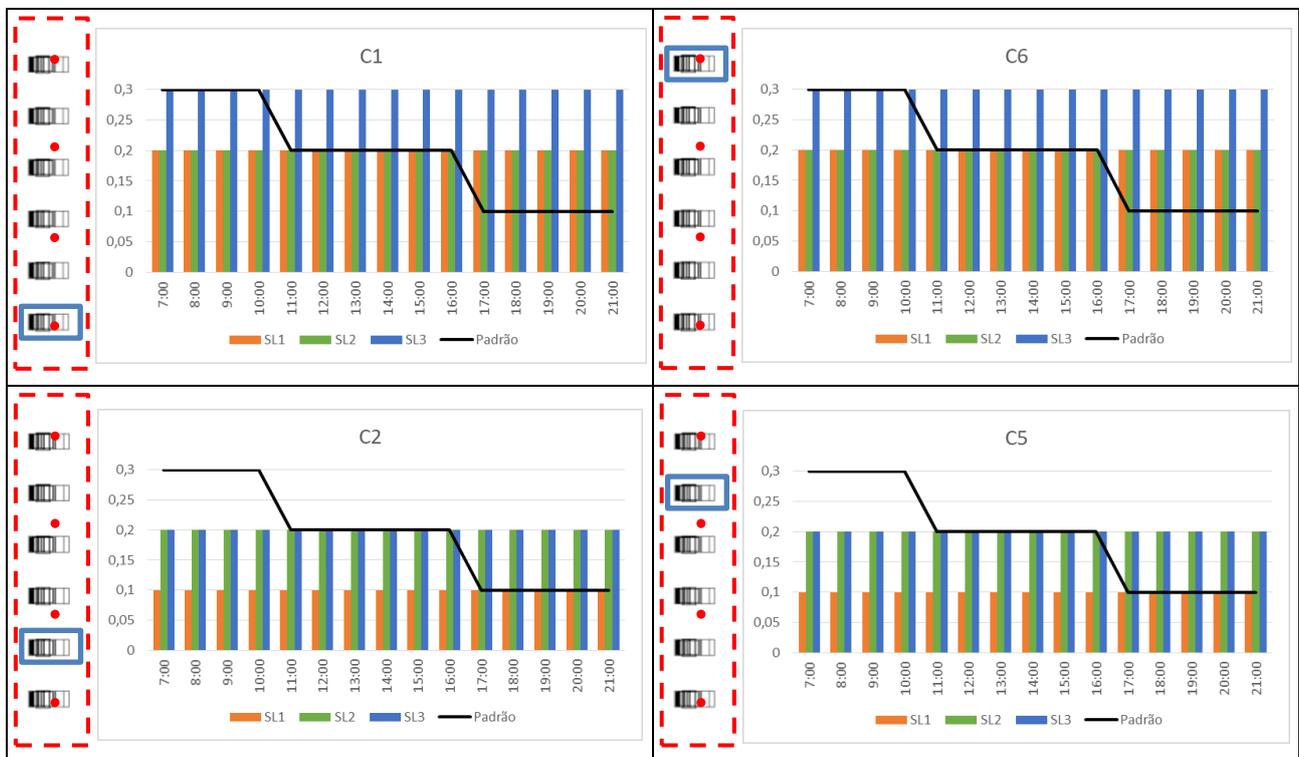
Tabela 1 – Valores de EML obtidos.

	SL1	SL2	SL3
C6	65	71	114
C5	55	62	97
C4	60	66	106
C3	61	67	107
C2	56	68	101
C1	66	73	117

Fonte: autoras.

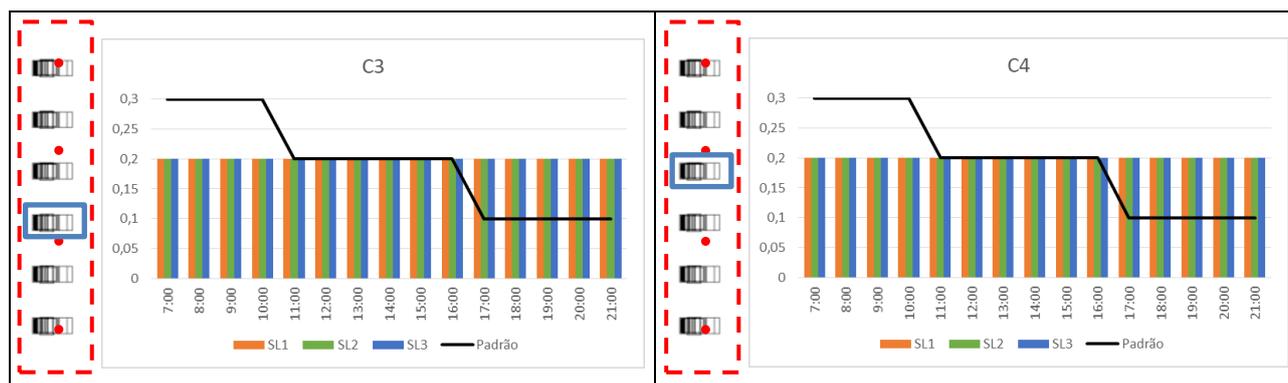
Para a métrica do CS, os resultados apresentados na sequência de gráficos da Figura 5 demonstraram atendimento parcial para cada situação simulada, uma vez que a métrica determina valores de referência para diferentes intervalos de horário do dia. No que se refere às cadeiras C1 e C6, é possível observar que apenas a situação SL3 atende aos valores recomendados para o período da manhã (7h às 10h), enquanto no período da tarde (11h às 16h), o atendimento ocorre para as situações SL1 e SL2. Sendo o CS função dos valores de iluminância e, sendo ele, mais alto no período da manhã, o atendimento aos seus valores se dá com a situação SL1, que se caracteriza por maiores valores de iluminância. No outro período de tempo (11h às 16h), onde o CS é mais reduzido, somente as situações de menor valor de iluminância (SL1 e SL2) conseguem satisfazer o valor de CS. Para período da noite (17h às 21h) não há atendimento aos valores de referência em nenhuma das situações. Para as cadeiras C2 e C5, somente no período da tarde é possível observar o atendimento, nas situações SL2 e SL3. Para o período da noite, apenas a situação SL1, de menor valor de iluminância, atende os valores recomendados para o CS. Por fim, para as cadeiras C3 e C4 o atendimento se deu apenas no período da tarde, para todas as situações estudadas.

Figura 5 – Valores de CS obtidos comparado aos valores recomendados para cada cadeira (continua).



Fonte: autoras.

Figura 6 – Valores de CS obtidos comparado aos valores recomendados para cada cadeira (continuação).



Fonte: autoras.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho avaliou os níveis de estímulo decorrentes da exposição à luz artificial no ciclo circadiano de pacientes em uma sala de Terapia Renal Substitutiva (sala de diálise) com base nos princípios da iluminação integrativa. A metodologia envolveu estudo de caso com cálculo de iluminância e unidades circadianas para três situações distintas de iluminação artificial na sala de diálise.

A simulação computacional e o cálculo das unidades circadianas permitiram verificar o atendimento aos valores estabelecidos na norma de desempenho e nas métricas circadianas. Com isso pode-se observar que os valores de iluminância encontrados estão inadequados em relação à ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Por outro lado, em determinados horários do dia, esses mesmos valores satisfazem ao EML e ao CS. Tal fato revela a necessidade de um sistema dinâmico de iluminação, com a inserção de fontes de luz artificial que atendam os valores da ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, do EML e do CS ao longo do dia, ou até mesmo a possibilidade de inserção da luz natural como fonte complementar, sendo esta controlada pelo usuário, ora por dispositivos externos, ora por dispositivos internos (cortinas e persianas).

Além disso, observou-se que existe forte relação entre o posicionamento da fonte de luz artificial e o layout, uma vez que a distribuição espelhada das lâmpadas na sala trouxe resultados semelhantes para grupos de 2 cadeiras. Nesse sentido, há de se pensar o layout de forma a atender adequadamente os níveis de estímulo necessários para que ocorra a sincronização dos ritmos biológicos com as condições ambientais de iluminação. Considerando a rotina do espaço estudado, observa-se como potencial atendimento às métricas circadianas a ocupação das cadeiras de diálise conforme horário do dia, a fim de atender aos valores de CS.

Por fim, vale a pena a investigação de outras tipologias de lâmpadas, bem como o grau de influência dos valores de iluminância, da temperatura de cor e do espectro no cálculo das métricas circadianas em estudo, visto que este estudo se limita a apenas três fontes de iluminação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho, Parte 1: Interior. São Paulo: **ABNT**, 2013. 54 p.
- ACOSTA, I.; LESLIE, R.; FIGUEIRO, M. 2017. Analysis of circadian stimulus allowed by daylighting in hospital rooms. **Lighting Research & Technology**, 49(1), pp. 49–61. doi: 10.1177/1477153515592948.
- BABILON, S.; BECK, S.; KUNKEL, J.; KLABES, J.; MYLAND, P.; BENKNER, S.; KHANH, T.Q. Measurement of Circadian Effectiveness in Lighting for Office Applications. **Applied Sciences**. 2021, 11, 6936. <https://doi.org/10.3390/app11156936>.
- BABILON, S.; BECK, S.; KHANH, T.Q. A field test of a simplified method of estimating circadian stimulus. **Lighting Research and Technology**. 2021, OnlineFirst. <https://doi.org/10.1177/14771535211044664>.
- BASTOS, J. P. C.; SOUSA, R. B.; NEPOMUCENO, L. A. M.; GUTIERREZ-ADRIANZEN, O. A.; BRUIN, P. F. C.; ARAÚJO, M. L. L. B.; BRUIN, V. M. S. Sleep disturbances in patients on maintenance hemodialysis: Role of Dialysis shift. **Rev. Assoc. Med. Bras**. 2007; 53(6): 492-6.
- BOYCE, P.; Hunter, C.; HOWLETT, O. The benefits of daylight through Windows. **Lighting Research Center**, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, 2003. 12180-3352.
- BOYCE, P. Editorial: Exploring human-centric lighting. **Lighting Research and Technology**. 48(2), 101 (2016).
- BUSATTO, N.; MORA, T.D.; PERON, F.; & ROMAGNONI, P. Application of Different Circadian Lighting Metrics in a Health Residence. **Journal of Daylighting**, 2020.

- CHAVES, N. P.; MARTAU, B. T. Repensando o projeto de iluminação: avaliação de métricas de luz circadiana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2019, Uberlândia. Anais... Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p. 532-543. DOI <https://doi.org/10.14393/sbqp19050>.
- CHO, Yongmin; RYU, Seung-Hun; LEE, Byeol Ri; KIM, Kyung Hee; LEE, Eunil; CHOI, Jaewook. Effects of artificial light at night on human health: a literature review of observational and experimental studies applied to exposure assessment. **Chronobiology International**, [S.L.], v. 32, n. 9, p. 1294-1310, 16 set. 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.3109/07420528.2015.1073158>.
- COSTA, F.; COUTINHO, M. Doença renal crônica e depressão: um estudo psicossociológico com pacientes em hemodiálise. **Psicologia e Saber Social**, 2016. 5. 10.12957/psi.saber.soc.2016.13815.
- FIGUEIRO, M. G.; REA, M. S.; WARD, G. J. **Web CS Calculator**. 2019.
- FIGUEIRO, M. G., SAHIN, L., KALSHER, M., PLITNICK, B., & REA, M. S. (2020). Long-Term, All-Day Exposure to Circadian-Effective Light Improves Sleep, Mood, and Behavior in Persons with Dementia. *Journal of Alzheimer's disease reports*, 4(1), 297–312. <https://doi.org/10.3233/ADR-200212>
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Tratado de Fisiologia Médica. 13. ed. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2017. 1176 p.
- IWBI. Circadian Lighting Design v2. 2022. Disponível em: <<https://v2.wellcertified.com/v/en/light/feature/3>>. Acesso em: 20 mar. 2022.
- LANG, D. Energy efficient lighting for the biological clock. **SPIE Newsroom**. 10.1117/2.1201101.003442.
- LEE, S.; KINOSHITA, S.; NOGUCHI, A.; ETO, T.; OHASHI, M.; NISHIMURA, Y.; MAEDA, K.; MOTOMURA, Y.; AWATA, Y.; HIGUCHI, S. Melatonin suppression during a simulated night shift in medium intensity light is increased by 10-minute breaks in dim light and decreased by 10-minute breaks in bright light. **Chronobiol Int.**, [S.L.], v. 37, n. 6, p. 897-909, 2020. <http://dx.doi.org/10.1080/07420528.2020.1752704>.
- LEW, S.; PIRAINO, B. Quality of life and psychological issues in peritoneal dialysis patients. **Seminars in Dialysis**, 2005. 18. 10.1111/j.1525-139X.2005.18215.x.
- LUCAS, R. J. *et al.* Measuring and using light in the melanopsin age. *Trends in Neurosciences*, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 1–9, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tins.2013.10.004>>. Acesso em: 6 mai. 2021.
- MERLINO, G.; PIANI, A.; DOLSO, P.; ADORATI, M.; CANCELLI, I.; VALENTE, M.; GIGLI, G. L. Sleep disorders in patients with end-stage renal disease undergoing dialysis therapy. **Nephrology, dialysis, transplantation**: official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association, 2006. 21(1), 184–190. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfi144>
- NURROHMAN, M. L.; FEROS, P.; WAHYUNING; MADINA, R. F.; PRATIWI, N. Efficient Lighting Design for Multiuse Architecture Studio Classroom using Dialux Evo 9. *Iop Conference Series: Earth and Environmental Science*, [S.L.], v. 738, n. 1, p. 012034, 1 abr. 2021. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/738/1/012034>.
- PARK, Man Young; CHAI, Choul-Gyun; LEE, Hae-Kyung; MOON, Hani; NOH, Jai Sung. The Effects of Natural Daylight on Length of Hospital Stay. **Environmental Health Insights**, [S.L.], v. 12, p. 117863021881281, jan. 2018. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1178630218812817>.
- REA, M. S. *et al.* A model of phototransduction by the human circadian system. **Brain Research Reviews**, [s. l.], v. 50, n. 2, p. 213–228, 2005. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2005.07.002>>. Acesso em: 30 ago. 2018.
- REA, M. S.; FIGUEIRO, M. G. What Is “Healthy Lighting?” **International Journal of High Speed Electronics and Systems**, [s. l.], v. 20, n. 02, p. 321–342, 2011. Disponível em: <<http://doi.org/10.1142/S0129156411006623>>. Acesso em: 12 set. 2021.
- REA, M. S. *et al.* Modelling the spectral sensitivity of the human circadian system. **Lighting Research & Technology**, [s. l.], v. 44, n. 4, p. 386–396, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/1477153511430474>>. Acesso em: 15 set. 2021.
- REA, M. S.; FIGUEIRO, M. G. Light as a circadian stimulus for architectural lighting. **Lighting Research & Technology**, [s. l.], v. 50, n. 4, p. 497–510, 2018. Disponível em: <<http://doi.org/10.1177/1477153516682368>>. Acesso em: 6 out. 2021.
- SANTOS, B. P.; OLIVEIRA, V. A.; SOARES, M. C.; SCHWARTZ, E. Doença renal crônica: relação dos pacientes com a hemodiálise. **Abcs Health Sciences**, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 8-14, 26 abr. 2017. NEPAS. <http://dx.doi.org/10.7322/abcshs.v42i1.943>.
- THAYER, A.; MORRISON, M.; LRC-RPI. Lighting for Healthcare. 2020. Disponível em: <[https://www.lrc.rpi.edu/healthyliving/index.html#section-downloads/Lighting for Healthcare.pdf](https://www.lrc.rpi.edu/healthyliving/index.html#section-downloads/Lighting%20for%20Healthcare.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2021.
- WITZEL, D. DIALux evo – new calculation method, 2012. Disponível em: <https://www.dial.de/fileadmin/documents/dialux/DIALux_downloads/DIALux_evo-_New_calculation_method.pdf>. Acesso em: 9 out. 2021.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio técnico e financeiro destinado à esta pesquisa.