

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

RENATA DA COSTA BARBOSA MEDEIROS

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO LUMINOSO DE PROTETORES
SOLARES VERTICAIS NA ILUMINAÇÃO NATURAL EM AMBIENTE
DE INTERNAÇÃO HOSPITALAR

Maceió
2015

RENATA DA COSTA BARBOSA MEDEIROS

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO LUMINOSO DE PROTETORES
SOLARES VERTICAIS NA ILUMINAÇÃO NATURAL EM AMBIENTE
DE INTERNAÇÃO HOSPITALAR**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Arquitetura e Urbanismo

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Carvalho Cabús

Maceió

2015

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário Responsável: Valter dos Santos Andrade

- M488a Medeiros, Renata da Costa Barbosa.
Avaliação do desempenho luminoso de protetores solares verticais na
iluminação natural em ambiente de internação hospitalar / Renata da Costa
Barbosa Medeiros. – 2014.
135 f.: il.
- Orientador: Ricardo Carvalho Cabús.
Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço
Habitado) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e
Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Maceió,
2014.
- Bibliografia: f. 124-134.
Apêndice: f. 135.
1. Iluminação natural. 2. Arquitetura hospitalar – Iluminação. 3. Protetor
solar - Desempenho. 4. Enfermaria. I. Título.

CDU: 725.511:628.9.021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

RENATA DA COSTA BARBOSA MEDEIROS

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO LUMINOSO DE PROTETORES SOLARES
VERTICAIS NA ILUMINAÇÃO NATURAL EM AMBIENTE DE INTERNAÇÃO
HOSPITALAR**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas como requisito final para a obtenção do grau de mestre em Arquitetura e Urbanismo

APROVADA em: 01 / 04 /2015

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. RICARDO CARVALHO CABÚS
Centro de Tecnologia – UFAL



Prof. Dra. JOSEMARY OMENA PASSOS FERRARE
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UFAL



Prof. Dr. LEONARDO SALAZAR BITTENCOURT
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UFAL



Prof. Dr. PAULO SERGIO SCARAZZATO
Universidade de São Paulo- USP

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pelo dom da vida e por abençoar meus passos nessa jornada.

Aos meus pais, **Guilherme e Margarida**, meu marido **Emmanuel Medeiros**, e irmãos **Roberta, Guilherme e Rodrigo** pelo amor, paciência e incentivo durante todo o mestrado.

Às amigas **Renata Camelo** e **Jordana Teixeira**, pelo carinho, conselhos e motivação em todos os momentos.

Ao meu orientador **Ricardo Cabús**, pela confiança, compreensão, apoio e participação.

Aos **professores da banca examinadora**, pela disponibilidade e contribuições, fundamentais para o andamento e finalização deste trabalho.

A todo o Grupo de Pesquisa em Iluminação- **GRILU**, pelo apoio da equipe, pela disponibilização do espaço, e treinamento com o programa de simulação.

À **Pedro Vitor Ribeiro** e **Lidiane** pela colaboração ao longo do mestrado.

Aos **professores do DEHA**, pelos ensinamentos proporcionados.

Aos demais que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho.

RESUMO

MEDEIROS, Renata da Costa B. **Avaliação do desempenho luminoso de protetores solares verticais na iluminação natural em ambiente de internação coletiva hospitalar.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, 2015.

Com o passar dos anos as novas tecnologias e materiais empregados nas estruturas e composição das edificações contribuíram para a criação de edifícios conceitualmente modernos e a passagem, nem sempre desejável, de luz e calor. No Brasil, a grande disponibilidade de luz natural possibilita a concepção de projetos com maior aproveitamento desse condicionante ambiental. Por outro lado, entrada excessiva de radiação solar, quando não controlada, pode prejudicar o conforto térmico e visual dos usuários, através de ganhos excessivos de calor, contrastes e ofuscamento. Os elementos de proteção solar passam a ser vistos como possíveis solucionadores para controlar os efeitos da incidência solar direta nas edificações. Em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), onde a iluminação é considerada fundamental para evitar o confinamento dos ambientes internos e auxiliar no processo de cura dos pacientes (usuários), os brises podem se apresentar como um agregador na busca por ambientes internos mais humanizados. Dentro desse contexto, esse trabalho busca avaliar o desempenho luminoso de protetores solares verticais móveis na iluminação natural em um ambiente de internação coletiva hospitalar (enfermarias de adulto) em Maceió (AL). Para atingir o objetivo foi utilizado como ferramenta o programa de simulação computacional TropLux 6, propondo três angulações distintas para o posicionamento das aletas, com três diferentes cores de acabamentos, em quatro orientações (Norte, Sul, Leste e Oeste) e com diferentes condições de céu (claro, encoberto e parcialmente nublado). A simulação foi realizada considerando todos os dias e meses do ano, no horário das 8h às 16h. Os resultados fornecidos possibilitaram aferir as condições de iluminação natural quanto à influência no posicionamento das lâminas, distribuição e iluminância útil de luz natural (IULN) no interior do ambiente, realizando uma avaliação quantitativa e qualitativa da eficiência dos protetores solares no local de estudo. Assim, pretende-se ampliar os estudos, quanto à inclusão de elementos de controle solar verticais móveis em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (hospitais).

Palavras-chave: Iluminação natural. Protetor solar. Enfermaria. Arquitetura hospitalar.

ABSTRACT

MEDEIROS, Renata da Costa B. **The luminous performance evaluation of mobile vertical sunshades on the daylight of a hospital collective stay room.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, 2015.

Over the years new technologies and materials adopted in the buildings structure and composition have contributed to the development of modern concept buildings and the access, not always desirable, of light and heat. In Brazil, the great availability of daylight allows the creation of projects which use this environmental factor. On the other hand, excessive solar radiation, when uncontrolled, might damage the users' thermal and visual comfort, through excessive heat gains, contrasts and glare. The solar shading elements begin to be apprehended as a possible solution to control the direct solar incidence on buildings. In Health Assistance Establishments, where lighting is a key element to avoid the confinement inside the rooms and to help on the patient's cure process (users), the *brise-soleil* might represent an aggregator element in the search for more humanized internal spaces. In this context, this work aims to evaluate the luminous performance of mobile vertical sunshades on the daylight of a hospital collective stay room (adult infirmary) in Maceió (AL). To achieve the goal it was used as a tool the computer simulation software TropLux 6, three distinct angulations of the slats were proposed, with three different colors of finishes, in four orientations (North, South, East and West) and with different sky conditions (clear, overcast and partly cloudy). The simulation was accomplished considering all the days and months of the year, from 8a.m. to 4p.m. The provided results allowed checking the conditions of daylight as to the influence on the position of the blades, distribution and useful daylight illuminance inside a room, performing a quantitative and qualitative evaluation of the sunshade's efficiency on the case study. Therefore, it is intended to broaden the studies, as to the inclusion of mobile vertical solar control elements in Health Assistance Establishments (hospitals).

Keywords: Daylighting. Sun block. Ward. Hospital architecture.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Museu de Arte da Pampulha (MAP) em Belo Horizonte, Minas Gerais (1943)- | 17 |
| Figura 2: Espectro eletromagnético (comprimentos de onda em nanômetros) ----- | 20 |
| Figura 3: Faixa de iluminância (E) ----- | 23 |
| Figura 4: Rede de Hospitais Sarah Kubitschek, sede Fortaleza ----- | 28 |
| Figura 5: Esquemas do comportamento da radiação solar ao atingir uma superfície translúcida ----- | 31 |
| Figura 6: Esquema da reflexão da luz frente a uma superfície opaca ----- | 32 |
| Figura 7: Imagem esquemática comparativa da espessura da atmosfera a ser percorrida pelos raios solares ----- | 33 |
| Figura 8: Principais variáveis de conforto ambiental para iluminação natural ----- | 33 |
| Figura 9: Imagem esquemática das componentes difusas ----- | 34 |
| Figura 10: Fachada Norte do Edifício Gustavo Capanema, Rio de Janeiro ----- | 37 |
| Figura 11: Edifício Gustavo Capanema, Rio de Janeiro ----- | 37 |
| Figura 12: Corredor do edifício sede da ABI ----- | 38 |
| Figura 13: Edifício sede da Associação Brasileira de Imprensa (ABI) ----- | 38 |
| Figura 14: Edifício Caledônia no Parque Guinle, obra do arquiteto Lúcio Costa ----- | 39 |
| Figura 15: Exemplos de diferentes tipos de protetores horizontais ----- | 41 |
| Figura 16: Edifício Sede Petrobrás (1968), Rio de Janeiro ----- | 42 |
| Figura 17: Brises horizontais na fachada do Museu de Arte Contemporânea de Barcelona- MACBA ----- | 43 |
| Figura 18: Brises horizontais na fachada do Tribunal de Contas da União- Secretaria de Controle Externo no Estado de Alagoas ----- | 43 |
| Figura 19: Brises horizontais na fachada do Hospital Unimed em Maceió-AL ----- | 43 |
| Figura 20: Esquemas de brises verticais, em planta baixa ----- | 44 |
| Figura 21: Protetor vertical e posicionamento solar ----- | 44 |

| | |
|--|----|
| Figura 22: Fachadas do prédio do DNIT, Brasília- DF ----- | 45 |
| Figura 23: Edifício Maison de France (1955), Rio de Janeiro ----- | 46 |
| Figura 24: Fachada principal do Colégio Santa Úrsula, no bairro da Jatiúca, em Maceió-. | 47 |
| Figura 25: Edifício- sede SEFAZ, em Maceió-AL ----- | 47 |
| Figura 26: Esquemas de brises mistos ou combinados, em elevação ----- | 48 |
| Figura 27: Foto da fachada da Rua Frei Caneca, Banco Itaú, em São Paulo, SP ----- | 49 |
| Figura 28: Edifício Santa Terezinha (1950) ----- | 49 |
| Figura 29: Torre AGBAR e seus brises em Barcelona, na Espanha ----- | 50 |
| Figura 30: Brise em vidro do Centro de Cultura Judaica, São Paulo- SP ----- | 51 |
| Figura 31: Centro de Cultura Judaica, São Paulo- SP ----- | 51 |
| Figura 32: Imagem do edifício COPAN, em São Paulo ----- | 52 |
| Figura 33: Carta solar da cidade de Maceió-AL ----- | 54 |
| Figura 34: Transferidor de coordenadas solares, azimutes e de altura solar, em projeção estereográfica ----- | 55 |
| Figura 35: Gráfico auxiliar para o traçado de máscaras (360°), medidores de ângulos verticais (frontais e laterais) e ângulos horizontais ----- | 55 |
| Figura 36: Esquema exemplificando o uso de máscara de sombra ----- | 56 |
| Figura 37: Exemplo de variação no posicionamento das aletas de brises verticais fixos, para uma mesma máscara de sombra ----- | 56 |
| Figura 38: Imagem da fachada do ambulatório do Hospital Professor Alberto Antunes- HUPAA ----- | 61 |
| Figura 39: Imagem aérea de satélite do HUPAA, com localização das entradas ao hospital e dos blocos de enfermarias ----- | 62 |
| Figura 40: Foto da entrada principal (fachada OSO) do hospital- setor de administração e internação ----- | 62 |
| Figura 41: Foto da entrada do ambulatório, cujo acesso ocorre pela rua “B”. Detalhe para os brises móveis ----- | 62 |

| | |
|--|----|
| Figura 42: Foto da fachada ENE ----- | 63 |
| Figura 43: Imagem aérea do HUPAA com localização das fachadas ENE, SSE, OSO e NNO e orientação das fachadas ----- | 63 |
| Figura 44: Planta baixa (4° e 5° pavimentos) e foto da incidência solar na janela corredor. Destaque para ponto de localização na qual foi retirada a foto e a parede enfermaria, que atua como barreira na incidência solar ----- | 64 |
| Figura 45: Planta e máscara de sombra da janela do corredor (67° de azimuth). Destaque para as áreas em que há proteção e penetração de luz solar no ambiente ----- | 65 |
| Figura 46: Foto aérea do HUPAA com destaque nos blocos 11, 12 e 13 das enfermarias----- | 66 |
| Figura 47: Planta Baixa repartida (lado esquerdo) para facilitar visualização, com demarcação das áreas das enfermarias (4° e 5° pavimentos). Sem escala ----- | 67 |
| Figura 48: Planta baixa repartida (lado direito) para facilitar visualização, com demarcação das áreas das enfermarias (4° e 5° pavimentos). Sem escala----- | 67 |
| Figura 49: Foto do hall de circulação/ corredor do 4° pavimento do HUPAA----- | 68 |
| Figura 50: Setorização e planta baixa dos quartos da enfermaria, no 4° e 5° pavimento. Sem escala ----- | 69 |
| Figura 51: Foto da janela de um dos quartos das enfermarias ----- | 70 |
| Figura 52: Foto fachada OSO, com destaque para o brise do bloco 13e as janelas sem brises ----- | 71 |
| Figura 53: Foto da enfermaria onde os brises não foram repostos ----- | 71 |
| Figura 54: Foto fachada ENE- blocos 11, 12 e 13 ----- | 71 |
| Figura 55: Planta baixa com destaque para a possibilidade de rotação das aletas para a esquerda (A) e direita (B) ----- | 72 |
| Figura 56: Foto das engrenagens dos brises do Hospital Professor Alberto Antunes, com marcação da barra de comando e haste que une as aletas ----- | 73 |
| Figura 57: Foto da viga que apóia os brises ----- | 73 |
| Figura 58: Foto das aletas dos brises na fachada ENE----- | 74 |
| Figura 59: Foto de uma janela do quarto da enfermaria ----- | 74 |

| | |
|---|----|
| Figura 60: Tela inicial do programa TropLux 6 ----- | 76 |
| Figura 61: Figura tridimensional gerada pelo TropLux ----- | 77 |
| Figura 62: Janela do Programa TropLux6 ----- | 78 |
| Figura 63: Imagem tridimensional do MODELO 1, sem proteção solar. Sem escala ----- | 79 |
| Figura 64: Planta baixa, sem escala, com detalhe para o posicionamento das aletas no Modelo 2 (à esquerda), e imagem tridimensional (à direita). Protetor solar com 90°. Sem escala ----- | 80 |
| Figura 65: Detalhe esquemático do posicionamento das aletas dos brises no Modelo 3 | 81 |
| Figura 66: Detalhe esquemático do posicionamento das aletas dos brises no Modelo 4 | 81 |
| Figura 67: Corte com altura dos pontos de medição na simulação. Sem escala ----- | 83 |
| Figura 68: Planta baixa com pontos de medição da iluminância no TropLux ----- | 83 |
| Figura 69: Ocorrência das faixas de iluminância, em porcentagem de horas anuais - Céu CIE 1 ----- | 88 |
| Figura 70: Iluminâncias médias anuais, em lux, do ambiente em estudo relativos às diversas orientações – Céu CIE 10----- | 89 |
| Figura 71: Ocorrência das faixas de iluminância, em porcentagem de horas anuais – Céu CIE 10 ----- | 89 |
| Figura 72: Iluminâncias médias anuais, em lux, do ambiente em estudo, relativos às diversas orientações – Céu CIE 14 ----- | 91 |
| Figura 73: Ocorrência das faixas de iluminância, em porcentagem de horas anuais - Céu CIE 14 ----- | 91 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1: Iluminância mantida (E_m), em lux | 23 |
| Tabela 2: Tabela dos de refletância dos materiais de acabamento | 82 |
| Tabela 3: Tabela de parâmetros variáveis a serem utilizados na simulação | 84 |
| Tabela 4: Tabela do diagnóstico das simulações, relacionando o tipo de céu e as horas anuais com a tipologia de brise vertical móvel mais recomendado em cada orientação | 118 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1: Propriedades do vidro ----- | 82 |
| Gráfico 2: Iluminância média. Orientação Norte, CIE 1 ----- | 94 |
| Gráfico 3: Iluminância média. Orientação Norte, CIE 10 ----- | 95 |
| Gráfico 4: Iluminância média. Orientação Norte, CIE 14 ----- | 96 |
| Gráfico 5: Gráficos iluminância média, em lux, nas três tipologias de céu. Norte ---- | 98 |
| Gráfico 6: Iluminância média. Orientação Sul, CIE 1 ----- | 99 |
| Gráfico 7: Iluminância média. Orientação Sul, CIE 10 ----- | 100 |
| Gráfico 8: Iluminância média. Orientação Sul, CIE 14 ----- | 101 |
| Gráfico 9: Gráficos iluminância média, em lux, nas três tipologias de céu. Sul----- | 102 |
| Gráfico 10: Iluminância média. Orientação Leste, CIE 1----- | 103 |
| Gráfico 11: Iluminância média. Orientação Leste, CIE 10 ----- | 104 |
| Gráfico 12: Iluminância média. Orientação Leste, CIE 14 ----- | 105 |
| Gráfico 13: Gráficos iluminância média, em lux, nas três tipologias de céu. Leste ---- | 106 |
| Gráfico 14: Iluminância média. Orientação Oeste, CIE 1 ----- | 107 |
| Gráfico 15: Iluminância média. Orientação Oeste CIE 10 ----- | 108 |
| Gráfico 16: Iluminância média. Orientação Oeste CIE 14 ----- | 110 |
| Gráfico 17: Gráficos iluminância média, em lux, nas três tipologias de céu. Oeste ---- | 111 |
| Gráfico 18: Gráfico da relação entre o DeltaMedMin e os modelos estudados, em cada tipologia do céu. Orientação Norte ----- | 112 |
| Gráfico 19: Gráfico da relação entre o DeltaMedMin e os modelos estudados, em cada tipologia do céu. Orientação Sul ----- | 114 |
| Gráfico 20: Gráfico da relação entre o DeltaMedMin e os modelos estudados, em cada tipologia do céu. Orientação Leste ----- | 115 |
| Gráfico 21: Gráfico da relação entre o DeltaMedMin e os modelos estudados, em cada tipologia do céu. Orientação Oeste ----- | 116 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 16 |
| 1.1 | Pressupostos teóricos | 16 |
| 1.2 | Problemática, justificativa e relevância da pesquisa | 18 |
| 1.2.1 | Problemática | 18 |
| 1.2.2 | Justificativa | 18 |
| 1.2.3 | Relevância da pesquisa | 18 |
| 1.3 | Objetivos | 19 |
| 1.3.1 | Objetivo Geral | 19 |
| 1.3.2 | Objetivos Específicos | 19 |
| 1.4 | Organização da dissertação | 19 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 20 |
| 2.1 | Iluminação natural e ambientes hospitalares | 20 |
| 2.1.1 | Hospitais: Do surgimento a sua função na atualidade | 24 |
| 2.1.2 | Legislação brasileira e humanização nos ambientes hospitalares | 26 |
| 2.1.3 | A importância da luz natural na humanização de ambientes hospitalares | 28 |
| 2.2 | Brises: origem, características e tipologias | 35 |
| 2.2.1 | Definição e origem dos brises | 36 |
| 2.2.2 | Características e tipologia dos brises | 40 |
| 2.2.3 | Brises Horizontais | 41 |
| 2.2.4 | Brises Verticais | 44 |
| 2.2.5 | Brises Mistos ou combinados | 48 |
| 2.2.6 | Brises Móveis e fixos | 49 |
| 2.2.7 | Ângulos e materiais de acabamentos das lâminas | 53 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 3 | METODOLOGIA | 59 |
| 3.1 | Etapas Metodológicas | 59 |
| 3.1.1 | Escolha do objeto de estudo | 59 |
| 3.1.1.1 | Localização e características de Maceió | 60 |
| 3.1.1.2 | O Hospital escolhido | 60 |
| 3.1.1.3 | Critérios de escolha do ambiente | 66 |
| 3.1.1.4 | Ambiente escolhido | 66 |
| 3.1.1.5 | Brises existentes no objeto de estudo | 71 |
| 3.1.2 | Ferramenta: Programa de simulação TropLux 6 | 75 |
| 3.2 | Características e descrições para simulações | 79 |
| 4 | RESULTADOS E ANÁLISES DAS SIMULAÇÕES | 87 |
| 4.1 | Simulação do quarto de enfermaria em estudo | 87 |
| 4.2 | Simulações dos modelos propostos: | 92 |
| 4.2.1 | Quanto à Iluminância média anual | 93 |
| 4.2.1.1 | Orientação Norte | 93 |
| 4.2.1.2 | Orientação Sul | 99 |
| 4.2.1.3 | Orientação Leste | 103 |
| 4.2.1.4 | Orientação Oeste | 107 |
| 4.2.2 | Quanto à distribuição de iluminâncias | 111 |
| 4.2.2.1 | Orientação Norte | 112 |
| 4.2.2.2 | Orientação Sul | 113 |
| 4.2.2.3 | Orientação Leste | 114 |
| 4.2.2.4 | Orientação Oeste | 115 |
| 5 | DIAGNÓSTICO DA PESQUISA E RECOMENDAÇÕES PARA USO DE ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR NA ARQUITETURA HOSPITALAR | 117 |

| | |
|--|------------|
| CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS | 120 |
| Limitações da pesquisa | 121 |
| Pesquisas futuras | 122 |
| REFERÊNCIAS | 124 |
| APENDICE | 135 |
| APÊNDICE A- Gráfico de Iluminância Média anual no intervalo de 7h às 17h (orientação Norte e CIE 10). Dados fornecidos pelo TropLux 6 | 135 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Desde a antiguidade o homem utiliza os meios disponíveis no meio ambiente para se proteger e se abrigar. Nessa época, as variações do clima, principalmente as variações das “posições do sol ao longo dos dias e do ano, comandaram as atividades humanas” (FROTA, 2004, p.11). Conforme o clima e suas variações, o homem adapta desde suas vestimentas até suas construções e modo de vida (FROTA, 2004).

Com o passar dos anos a expansão das técnicas construtivas e os conceitos da arquitetura moderna trouxeram uma série de transformações arquitetônicas que influenciaram os hábitos sociais. Segundo Frota (2004, p.12):

Houve um longo período sem maiores preocupações com o sol e sem uma proposital atitude diante das questões geométricas de insolação - a internacionalização da arquitetura e dos novos materiais e técnicas de construção dos países desenvolvidos e de clima frio.

Além disso, em meados do século XX, com maior conhecimento da climatologia e fisiologia, o conforto ambiental adquire novos conceitos, nitidamente influenciada pelo uso de novos materiais na arquitetura moderna. O que antes buscava, na insolação, a possibilidade de obter a assepsia dos ambientes através dos raios solares, depois se tornou excesso de sol nos mesmos (SEGAWA, 2003). Ou seja, neste momento, a luz e o calor passaram a entrar nos ambientes, nem sempre de forma desejada. A busca pela proteção e conforto do homem, passa então a ser priorizada na concepção da composição arquitetônica, enquadrada nos preceitos modernistas de que “a forma segue a função”. Apesar de sempre fazer parte da arquitetura, a função passa a adquirir importância bem maior nos tempos modernos (COLIN, 2004).

O período denominado Modernismo, ou Movimento moderno, refere-se a um movimento cultural e artístico que surgiu na Europa e começou a ser difundido no Brasil no início do século XX. Influenciado por arquitetos estrangeiros, através dos manifestos de vanguarda, apresentou, como maiores colaboradores brasileiros, os arquitetos Lúcio Costa e Oscar Niemeyer (KIST& ALVES, 2010), que tornaram este estilo conhecido, ajudando a propagá-lo pelo mundo. Seus projetos, influenciados pelo estilo de Le Corbusier, passaram a adquirir na sua linguagem estética, a influência do estilo internacional e a rejeição dos estilos históricos.

Essa inspiração no estilo internacional, juntamente com a importância dada à forma plástica e o recorrente uso de novas tecnologias e materiais, nas estruturas e composição das edificações, culminaram na criação dos chamados edifícios modernos. Neste contexto, o vidro surge como um dos principais elementos, sendo empregado frequentemente nas fachadas, através de planos envidraçados, nem sempre atendendo as condições climáticas locais. Segundo Paiva (2006), na arquitetura moderna, o vidro se consolida e deixa de ser acessório nas esquadrias para assumir o papel de único elemento de vedação, em decorrência do desenvolvimento industrial do qual o racionalismo era devoto. No Museu da Pampulha em Belo Horizonte (figura 1), o uso de vidro transparente na fachada possibilita uma maior interação da área interna com a natureza, por outro lado, também permite a passagem da radiação solar direta para dentro da edificação.

Figura 1-Museu de Arte da Pampulha (MAP) em Belo Horizonte, Minas Gerais (1943).



Foto: Carlos Avelino. Fonte: Portal Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <http://www.belo Horizonte.mg.gov.br/local/atrativos-turisticos/culturais-lazer/museu-de-arte-da-pampulha>. Acessado em: Abr. 2014.

De modo geral, “As repercussões do uso indiscriminado das superfícies de vidro interferiram negativamente no conforto térmico dos ambientes, além da dificuldade de controle da luz natural” (MAGALHÃES apud PAIVA, 2006, p.6). Acontece que o uso equivocado de materiais e elementos construtivos pode gerar consequências desagradáveis aos ambientes internos. No Brasil, a captação de ventilação e iluminação constitui-se como uma das principais estratégias na busca por ambientes mais acolhedores, confortáveis e humanizados. Por outro lado, entrada excessiva de radiação solar, quando não controlada, pode prejudicar o conforto térmico e visual dos usuários, através de ganhos de calor, excesso

de contrastes e ofuscamento. Neste contexto, elementos de proteção solar passam a ser vistos como instrumentos capazes de controlar e bloquear a radiação solar direta, interceptando essa radiação antes que incida no edifício. Assim, a radiação é refletida e dissipada em parte para o interior e em parte para o exterior (OLGYAY, 1998). Quando planejados de forma adequada, podem auxiliar no controle térmico e luminoso do ambiente, contribuindo para o conforto dos usuários.

Apesar de considerar importante o estudo dos brises para o conforto térmico e acústico, esta pesquisa enfatizou o estudo na avaliação dos protetores solares verticais móveis, na iluminação natural, em um ambiente de internação hospitalar, a fim de proporcionar desempenho luminoso satisfatório nestes espaços. Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) são espaços considerados de funções complexas, que torna imprescindível ao pesquisador e profissionais da área, a busca por fatores que visam melhorias na qualidade de vida dos usuários e na funcionalidade de seus ambientes. Dentro deste contexto, acredita-se que a iluminação, captada através dos elementos de proteção solar, pode vir a contribuir para evitar o confinamento dos espaços internos e auxiliar no processo de cura dos pacientes.

1.2 PROBLEMÁTICA, JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

1.2.1 Problemática

Como posicionar as aletas dos brises verticais móveis, nas diversas orientações e épocas do ano, para oferecer um nível adequado de iluminação natural aos ambientes de internação hospitalar e, ao mesmo tempo, facilitar o manuseio dos mesmos pelos usuários?

1.2.2 Justificativa

Entendendo a abertura como fonte de luz para o ambiente interno, e os protetores solares como elementos influenciadores no comportamento da luz natural incidente em um ambiente, acredita-se que é possível definir elementos de controle solar adequados aos níveis e à distribuição da iluminação interna, a partir de tipologias de brises com três diferentes angulações nas aletas. A possibilidade em determinar os posicionamentos dos brises, com simples controle manual, contribuiria para proporcionar um ambiente mais humanizado.

1.2.3 Relevância da pesquisa

A pesquisa pretende ampliar os estudos sobre o comportamento da iluminação natural em espaços internos de estabelecimentos assistenciais de saúde (hospitais), quanto à inclusão de elementos de controle solar nas aberturas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar o impacto no desempenho luminoso de protetores solares verticais móveis na iluminação natural em ambiente de internação coletiva hospitalar em Maceió- AL.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Avaliar o desempenho luminoso em um ambiente de internação coletiva hospitalar, com utilização de protetores solares verticais, de acordo com:
 - Influência do posicionamento das lâminas dos protetores solares verticais;
 - Distribuição de iluminâncias no ambiente;
 - Iluminância útil de luz natural;
- b) Propor recomendações para implantação de sistema de protetores solares verticais móveis, em ambientes de internação coletiva hospitalar com características físicas similares ao objeto de estudo, na cidade de Maceió-AL;

1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está composto de três partes: Na **parte 1** é exposto o referencial teórico da pesquisa, uma síntese do estudo realizado na revisão bibliográfica; A **parte 2** expõe a metodologia abordada na pesquisa, abordando o objeto de estudo, as etapas realizadas e os parâmetros para a obtenção e análise dos dados; A **parte 3** exhibe os resultados da pesquisa e discute os mesmos de acordo com os objetivos propostos e o conteúdo teórico.

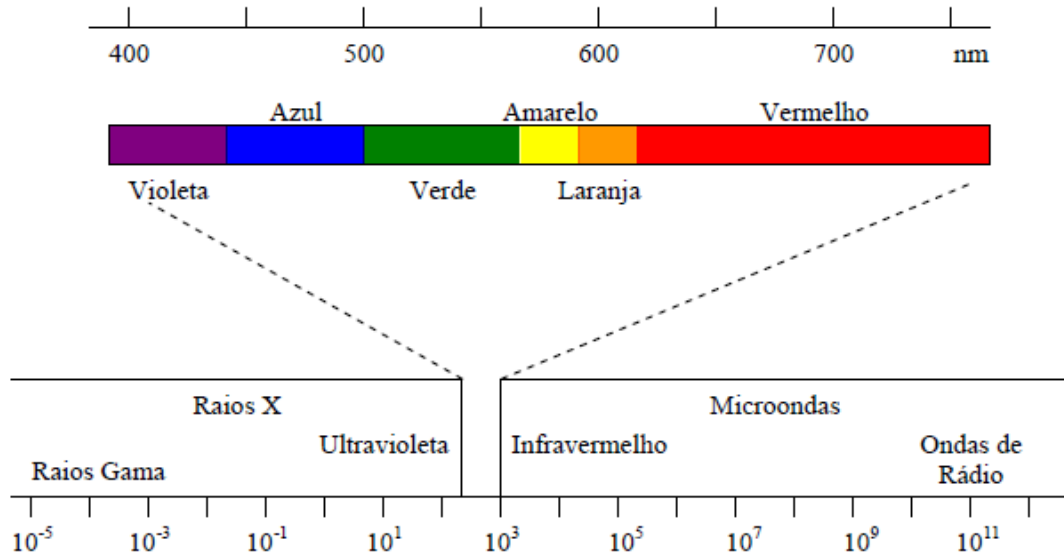
2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta conceitos e aspectos relacionados á iluminação natural, quanto ao comportamento e admissão da luz natural, de modo a citar os fatores que interferem na disponibilidade das mesmas dentro dos ambientes. Também são introduzidas informações sobre os ambientes hospitalares, sua relação com a iluminação natural, e os brises como elemento de proteção solar.

2.1 ILUMINAÇÃO NATURAL E AMBIENTES HOSPITALARES

Para entender melhor sobre a iluminação natural, é necessário compreender seu principal elemento: o Sol. Constituinte do sistema solar e considerado uma estrela, o sol emite a todo o tempo radiações eletromagnéticas, constituídas de campos elétricos e magnéticos de forma oscilatórios. Essas radiações fazem parte de um espectro eletromagnético formado por ondas infravermelhas, luz visível e ondas ultravioletas (figura 2) assim, não necessitam de meios para sua vibração e se propagam de forma mais eficaz no vácuo, diferentemente do som ou vibração que são provocadas por um meio mecânico (PEREIRA& SOUZA, 2005).

Figura 2- Espectro eletromagnético (comprimentos de onda em nanômetros).



Fonte: PEREIRA; SOUZA, 2005.

Pelo espectro eletromagnético apresentado na figura 2, é possível observar que nas extremidades encontram-se as ondas de rádio, com grande comprimento de onda e baixa frequência, e os raios gama, de baixo comprimento de onda e alta frequência. O espectro

visível está relacionado à faixa de frequência entre 380nm a 780 nm, e essa faixa de energia radiante denominamos de “luz”. Trata-se de um intervalo onde o olho humano consegue distinguir os comprimentos de onda e, por isto, tem a percepção da cor. “Esse trecho do espectro solar é responsável também pela luminosidade natural que irradia sobre o solo terrestre” (CICARDO, 1974 apud BITTENCOURT, 2004, p.12).

Vale salientar que, de toda luz solar que penetra na atmosfera, uma parte se difunde, e outra incide diretamente no solo. Sua difusão ocorre no momento inicial em que chegam à atmosfera, onde as moléculas que constituem o ar e as partículas de água (umidade), e poeira (poluição), alteram o tamanho dessas partículas e afetam com isso, o grau de reflexão da luz, espalhando os comprimentos de onda e o nível de luz refletida no céu (BAKER & STEEMERS, 2002).

Ao incidirem sobre a superfície da terra, nos diversos materiais e formas, e de acordo com os ângulos de incidência, latitude, longitude e época do ano, os raios solares passam a influenciar o clima do local e intervir nos acontecimentos atmosféricos. Por esta razão, nos primórdios da civilização, as variações na posição solar ao longo do dia determinavam as atividades humanas. Civilizações longínquas recorriam ao posicionamento solar para ter a noção de localização e de tempo, dia e noite. Nas arquiteturas egípcias, por exemplo, constata-se que os templos e as tumbas se orientavam, de forma precisa, em direção aos pontos cardiais (OLGYAY, 1998), como sinal de poder.

Além do posicionamento solar, outro aspecto fundamental que influencia na disponibilidade de luz refere-se às condições de céu, ou seja, a nebulosidade. Peren (2006, p.95) cita que “os tipos de céu afetam a intensidade e distribuição da luz proveniente da abóbada celeste. De acordo com sua variação, o céu pode classificar-se como claro, encoberto ou parcialmente nublado.

Em condições de **céu claro**, a luz direta do sol contribui para a iluminação interna das edificações, tornando-se mais brilhante na área ao redor do sol e muito brilhante na linha do horizonte. A luz refletida pelo solo constitui uma boa fonte de iluminação natural, visto que entra pela abertura e continua refletindo dentro do ambiente, penetrando até os espaços mais profundos através da reflexão dos materiais internos de acabamentos (BAKER & STEEMERS, 2002). Locais com predominância desse tipo de céu devem ter maior cuidado com ofuscamento, e passagem de calor por meio de radiação solar direta.

No tipo de **céu encoberto**, onde a luz é difusa e mais homogênea na abóbada celeste, a iluminância horizontal varia menos e não há iluminância de luz solar direta, maior luminância e brilho no zênite do que no horizonte. Locais com predominância deste tipo de céu, aberturas no teto podem captar mais luz natural que aberturas nas paredes (BAKER& STEEMERS, 2002).

Já o tipo de **céu parcialmente nublado**, apresenta-se com nuvens espaçadas e pontos de claridade oriundos da luz direta do sol. Em Maceió, segundo Cabús (2002), essa tipologia apresenta maior frequência de ocorrência anual, com 61,8%, quanto o céu encoberto representa 25% de ocorrência e o céu claro apenas 12,8% de ocorrência. Vale lembrar que o comportamento das nuvens interfere na luminância advinda do céu e na iluminância sobre o solo, o que acarreta em constantes variações nos níveis de iluminação, tanto fora como dentro do ambiente.

Em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), a nebulosidade e o posicionamento do sol são de vital importância, pois interferem na segurança e bem-estar dos usuários. Serra (2004) admite a concepção de que a luz é uma radiação, ou seja, uma forma de energia que atravessa o espaço e que acaba se transformando em energia térmica. O calor gerado surge no momento em que são absorvidas pelas superfícies. Assim, a luz proporciona também calor, seja na natureza ou na arquitetura. Ambientes de internação geral, como quartos e enfermarias, são espaços que carecem de condições especiais de temperatura, umidade e qualidade do ar, devendo-se buscar as melhores condições das mesmas por meio de entrada de sol em seu interior e o respectivo controle de excesso do mesmo (ANVISA, 2002). Ao entrevistar pacientes em espaço de internação hospitalar, Danielle Santos (2009) conclui que o desconforto visual gerado pela luz natural só foi apontado quando associado à insolação direta no paciente. O fato é que a luz, principalmente nestes espaços, deve ser cuidadosamente trabalhada, a fim de evitar o desconforto aos usuários.

Como forma de auxiliar os profissionais da área na avaliação da luz natural no interior do ambiente, a legislação brasileira, através da Norma Brasileira NBR ISO/CIE 8995-1 (2013), especifica os requisitos de iluminação para que as pessoas desempenhem as tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança (ABNT, 2013). Para projetos de arquitetura hospitalar a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e o Ministério da Saúde citam a norma como referência.

Ocorre que a luz natural varia em nível e composição espectral com o tempo e, com isso, a iluminação de um ambiente interno também sofre variações (ABNT, 2013). Por esta razão, e para a análise dos resultados desta pesquisa, optou-se pelo estudo da iluminação natural através da elaboração de uma faixa de iluminância (figura 3), baseados na NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) e pelo conceito de Iluminância Útil de Luz Natural (IULN), de Nabil e Mardaljevic (2005). Neste conceito são especificados os níveis de iluminâncias úteis a serem adotados nos planos de trabalhos, através de valores absolutos atribuídos aos níveis mínimos e máximos de iluminância. Esses valores referem-se à ocorrência anual de iluminância de todo o plano de trabalho, em um intervalo considerado “útil” pelos ocupantes. Assim, a IULN aponta para a possibilidade de existir níveis muito baixos ou elevados de iluminância, o que poderia resultar em desconforto visual. O intervalo onde a iluminação é considerada “útil” aos usuários está compreendido na faixa entre 100 lx e 2000 lx como, sendo: abaixo de 100 lx considerado *insuficiente*; intervalo de 100 lx a 500 lx *aceitável/eficaz*, podendo haver a

Figura 3 - Faixa de iluminância (E), segundo referências de Nabil e Mardaljevic (2005).



Fonte: Nabil e Mardaljevic (2005), adaptado pela autora.

Tabela 1-Iluminâncias mantidas (E_m) em lux.

| Tipo de ambiente, tarefa ou atividade | \bar{E}_m lux |
|---|--------------------|
| 1. Áreas gerais da edificação | |
| Saguão de entrada | 100 |
| Sala de espera | 200 |
| Áreas de circulação e corredores | 100 |
| Escadas, escadas rolantes e esteiras rolantes | 150 |
| Rampas de carregamento | 150 |
| Refeitório/Cantinas | 200 |
| Salas de descanso | 100 |
| Salas para exercícios físicos | 300 |
| Vestiários, banheiros, toaletes | 200 |
| Enfermaria | 500 |

Fonte: ABNT, 2013

necessidade de complementação com luz artificial; intervalo de 500 lx a 2000 lux como desejável; e, acima de 2000 lx, excessivos e susceptíveis de produzir desconforto visual e térmico (figura 3). No intervalo considerado desejável ($500 \text{ lx} < E < 2000 \text{ lx}$) o ambiente não necessita de complementação com luz artificial durante o dia (NABIL; MARDALJEVIC, 2005). Dentro desse intervalo está a iluminância média de 500lx, a ser mantido nos ambientes destinados às enfermarias (Tabela 1), objeto de estudo desta pesquisa. Independente da idade e condições da instalação, a iluminância média não pode estar abaixo do valor especificado, visto que se trata do valor necessário para proporcionar segurança no trabalho e atendimento às necessidades do desempenho visual (ABNT, 2013).

A NBR ISO/CIE 8995-1 (2013,p.4) cita que a iluminância e sua distribuição nas áreas de trabalho tem um maior impacto em como uma pessoa percebe e realiza a tarefa visual de forma rápida, segura e confortável. Quanto à distribuição de iluminância no ambiente, a norma menciona que a área da tarefa deve ser iluminada o mais uniformemente possível. Isso corresponde ao fato de que razão entre o valor mínimo ($E_{\text{min.}}$) e valor médio ($E_{\text{méd.}}$) da iluminância não pode ser menor que 0,7 (70%) na área da tarefa, e 0,5 (50%) no entorno imediato (ABNT,2013, p.6). Como ambientes de internação hospitalar correspondem a espaços que visam atenção especial ao cuidado de pacientes, todo o ambiente deve ser considerado área de trabalho e por isso, apresentar uniformidade mínima acima de 0,7 (70%). Em uma malha de pontos, esse coeficiente, denominado neste estudo de DeltaMedMin, representa a variação percentual da iluminância encontrada nos pontos com relação à média global.

Vale salientar que, além de contribuir para o conforto visual, o uso da luz natural representa uma potencialidade na redução da energia elétrica gasta em iluminação artificial (SOUZA, 2003), o que permite proporcionar benefícios no consumo energético da edificação.

2.1.1 Hospitais: Do surgimento à sua função na atualidade;

A arquitetura hospitalar vem sofrendo constantes modificações ao longo dos anos. Na idade média, os hospitais eram locais escuros e insalubres, com janelas pequenas e estreitas, e estavam associadas com a morte (MIQUELIN, 1992 apud LUKIANTCHUKI & CARAM, 2008). A partir do séc. XVIII, com a chegada da revolução industrial e da nova visão do mundo sobre o homem e a natureza, o hospital passa a ser considerado um espaço destinado a curar (LUKIANTCHUKI & CARAM, 2008). A falta de ventilação e iluminação passa a ser

identificada como um dos principais problemas nos estabelecimentos de saúde, e a luz natural passa a ser vista como importante ferramenta para reduzir a contaminação dos ambientes.

No século XX cresce o número de hospitais e aparece o conceito de hospital humanizado, baseado na idéia de que os ambientes hospitalares devem refletir espaços de descanso e descontração dos pacientes, de modo a contribuir para o seu tratamento. Para o hospital humanizado, a iluminação mostra-se fundamental, uma vez que influencia no equilíbrio psicológico e fisiológico dos usuários (MARTINS, 2004), relacionando o conceito de saúde também aos aspectos culturais e sociais.

Os hospitais e seu sistema complexo de funções hoje fazem parte dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) que formam o sistema de atenção à saúde, intitulado como SUS- Sistema Único de Saúde. Como instituição, o hospital é responsável pelo diagnóstico e tratamento de pessoas que necessitam de assistência médica, seja em regime de internação quanto em regime ambulatorial. Na rede pública, apesar da Constituição de 1988 garantir o direito à saúde de forma gratuita a todo cidadão, a Lei Orgânica da Saúde (Lei nº 8.080) de 19 de setembro de 1990, veio regulamentá-la com a criação do Sistema Único de Saúde (SUS). Assim, cabe aos governos Federal, Estadual e Municipal a responsabilidade na gestão das unidades hospitalares. Esse fato fez com que os edifícios hospitalares passassem a ser considerados como unidades de maior complexidade dentro um sistema hierarquizado e descentralizado de atenção à saúde (MAYERHOFER & TOLEDO, 2013).

O extenso programa de necessidades, suas relações, dimensões, e restrições quanto à localização de unidades funcionais, equipamentos e fluxos fazem dos hospitais modernos um sistema complexo ao entendimento de alguns profissionais. Não basta apenas setorizar os ambientes e seus fluxos, mas abrigar funções extremamente diversificadas e, em alguns casos, incompatíveis entre si. Por esta razão, a questão ambiental muitas vezes é desconsiderada na concepção de projetos de edifícios hospitalares. Costi (2001) cita que os novos desafios do hospital contemporâneo estão em gerenciar o sistema de iluminação escolhido e controlar o consumo energético, sem abandonar o conforto ambiental.

Baseado em resultados de questionários aplicados aos pacientes em estabelecimentos de saúde, Mello (2011) menciona que o ambiente construído pode influenciar positiva ou negativamente no processo de recuperação e cura, e que “ambientes maiores, mais tranquilos e mais claros, traduzem o espaço mais adequado ao tratamento, resultando em um menor período de permanência” (MELLO, 2011, p.24). Além disso, o aumento na utilização da luz do dia proporciona benefícios para a saúde e para uma maior segurança e produtividade

(WEBB, 2006). Neste contexto, a humanização do ambiente hospitalar torna-se uma ferramenta importante no tratamento dos usuários.

2.1.2 Legislação brasileira e humanização nos ambientes hospitalares;

As principais normas no Brasil que se referem a projetos de edifícios de atenção à saúde são da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do Ministério da Saúde. Compete ao Ministério da Saúde desempenhar o papel de órgão formulador de políticas de saúde, e por meio da ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária), estabelecer normas e orientações na área de infra-estrutura física em saúde (BARCELLOS, 2006).

Em 1992, objetivando orientar os profissionais quanto ao valor de iluminância a ser adotado no plano de trabalho, a ABNT cria a NBR 5413/92. Essa norma apresentava valores de iluminâncias médias mínimas em serviços para diversas atividades, inclusive hospitais (ABNT, 1992). Como forma de atualização às praticas recomendadas internacionalmente, em 2013 a ABNT apresenta uma nova Norma Brasileira de iluminação: a NBR ISO/CIE 8995-1, que substitui e cancela a anterior (NBR 5413/92). Baseada na Norma Internacional ISO 8995-1 (Lighting of indoor work places), em consonância com norma européia EN 12464-1 (Lighting of work places. Part 1: Indoor work places), a NBR ISO/CIE 8995-1 especifica os requisitos de iluminação para que as pessoas desempenhem as tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança (ABNT, 2013). Atualmente é tida como a principal referência para a concepção de projetos luminotécnicos.

Pouco depois do seu surgimento da NBR 5413/92, o Ministério da Saúde e a ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária), lançam em 1994 a portaria n.º 1884, intitulada “Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde”. Essa portaria visa orientar a criação de edificações hospitalares com ambientes adequados a suas funções. Mesmo não representando uma legislação direcionada, a iluminação representa um dos temas abordados. Em 2002, uma revisão através de consulta pública, transformou a portaria n.º 1884 na Resolução de Diretoria Colegiada n.º 50/02 (ANVISA, 2002), hoje considerada a principal fonte de consulta que rege os projetos em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) (GOES, 2004). As informações contidas na RDC 50/02, bem como as informações de outras normas e portarias, estão expostas também no SomaSus (Sistema de apoio à Elaboração de

Projetos de Investimentos em Saúde)¹ considerado outro meio de pesquisa para os profissionais da área.

No ano de 2003, o Ministério da Saúde lança Política Nacional de Humanização (PNH), gestada a partir da noção de que o Sistema Único de Saúde (SUS) necessitaria passar por um processo de “humanização” (TOLEDO, 2006, p.17). A PNH busca por em prática os princípios norteadores do SUS, nos espaços e serviços de saúde, buscando a qualificação da atenção e da gestão. Dentre seus programas está o *HumanizaSUS*, cuja diretriz refere-se à humanização dos Estabelecimentos Assistenciais de saúde (EAS). Nele, a preocupação com o conforto faz parte de um dos conceitos que norteiam o trabalho da PNH, através do compromisso em proporcionar espaços saudáveis, acolhedores e confortáveis, que respeitem a privacidade e propiciem melhorias no processo de trabalho e nas necessidades dos usuários (BRASIL, 2006). Para o Ministério da saúde, o hospital precisa gerar uma ambiência “onde usuários e trabalhadores identifiquem seu mundo e suas referências nos espaços de cuidado e atenção à saúde” (BRASIL, 2006, p.77). A humanização dos ambientes hospitalares passa a ser requisito importante na idealização dos projetos.

A palavra *Humanizar*, dentre outros conceitos, associa-se ao fato de proporcionar ao usuário um ambiente agradável, humano. Para Baderman (2008, p.29) “Humanizar é ofertar atendimento de qualidade, articulando os avanços tecnológicos com acolhimento, com melhoria dos ambientes de cuidado e das condições de trabalho dos profissionais”. Nesse contexto, vale lembrar obras de profissionais como o arquiteto João Figueiras Lima², o Lelé, conhecido por buscar uma instituição mais abrangente envolvida com questões sociais, econômicos e culturais do país. A relação com a natureza e a integração entre arquitetura e obras de arte eram evocadas por ele como possibilidade de humanização dos hospitais (LUKIANCHUKI & SOUZA, 2010). Por meio de ambientes iluminados e ventilados naturalmente, Lelé “propõe gerar espaços mais humanizados, com poucos recursos artificiais de climatização e, portanto, baixo consumo de energia” (PEREN, 2006, p.35). Como exemplo de suas obras, é possível citar os hospitais da rede Sarah Kubitschek, tidos como modelos de arquitetura bioclimática e símbolos da arquitetura hospitalar no Brasil. Entre as soluções arquitetônicas aplicadas nos edifícios estão elementos, como sheds e brises, que garantem melhorias nas condições de conforto térmico através do controle dos raios solares e ventilação

¹ Para elaboração do SomaSus, o Ministério da Saúde obteve consultoria do Grupo de Estudos em Arquitetura e Engenharia Hospitalar (GEA-hosp), da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia e do Instituto de Engenharia Biomédica (IEB) da Universidade Federal de Santa Catarina. (BRASIL, 2013).

² O arquiteto João Figueiras Lima, o Lelé, faleceu em 2014.

(PEREN, 2006). Na sede em Fortaleza (figura 4) os brises horizontais fixos fazem parte da composição plástica do edifício, proporcionando entrada de luz natural nos ambientes internos.

Figura 4 - Rede de Hospitais Sarah Kubitschek, sede Fortaleza.



Fonte: Rede Sarah de hospitais de reabilitação, 2014. Disponível em: <http://www.sarah.br/Cvisual/Sarah>. Acessado em: fev.2014

Ao empregar de forma adequada os recursos naturais disponíveis, o profissional tem a possibilidade de conceber espaços mais humanizados, com menor consumo energético. No aproveitamento da iluminação natural, por exemplo, os níveis de iluminância no ambiente devem apresentar-se de forma satisfatória, atendendo as normas e portarias vigentes. Em espaços destinados à saúde, a iluminância deve estar embasado nos valores estipulados pela Norma Brasileira NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), referenciados na Resolução de Diretoria Colegiada nº50/02 (ANVISA, 2002) e no SomaSUS (BRASIL, 2013), citados no início deste tópico, bem como no conceito de IULN (item 2.1, p.23).

2.1.3 A importância da luz natural na humanização de ambientes hospitalares;

Para compreensão da relação entre a iluminação e a humanização na arquitetura hospitalar, de forma mais ampla, é preciso mencionar a importância da luz para a vida humana e sua relação com as aberturas e o espaço arquitetônico. Desde os primórdios da civilização, a luz sempre se fez presente na vida humana. Inicialmente relacionada à

percepção de tempo, sua presença permaneceu em toda história da arquitetura, independente de seu significado. Através dessa relação, é possível detectar os valores sociais existentes nos diversos momentos da história e a relação do pensamento (percepção) dos povos, quanto ao clima e espaço construído, identificando a luz como elemento idealizador deste espaço.

Novos estudos e conceitos começam a emergir dessa relação. A luz natural a partir daí passa a ser relacionada à saúde, bem-estar e produtividade (CORREA, 2010). Garrocho e Amorim (2004) citam que os seres humanos precisam do contato com a luz solar, inclusive os raios UV, para ativar uma série de funções fisiológicas. A exposição ao sol intensifica a produção de vitamina D no corpo, e com isso facilita a absorção devida de cálcio pelo organismo. Indiscutivelmente, excesso a exposição pode causar danos à saúde. No ambiente construído, é difícil obter o efeito benéfico do sol sem se expor aos prejuízos que ele pode causar. A passagem de luz solar direta passa a não apenas representar o aumento da luminosidade, mas o aumento do calor. Equilibrar estes aspectos é visto como relevante à adequação de qualquer projeto arquitetônico moderno (GARROCHO & AMORIM, 2004).

No caso dos hospitais, a luz é algo vital (BAKER & STEEMERS, 2002). Exerce forte influência no estado psicológico dos usuários e promove a sensação de tempo, de ordem cronológica e climática. A depender de parâmetros ópticos do sistema visual, a luz pode ser vista como energia psicológica, como um estímulo para a visão e como informação para percepção (BAKER et al.,1993). Por outro lado, níveis muito baixos ou elevados de luminosidade tendem a propiciar lugares confusos e desconfortáveis, com aumento da irritabilidade e inquietação, além de dificultar a execução das atividades pelos profissionais envolvidos. Submetidos diariamente à rotina de tratamento, o usuário passa a ter pouco contato com o exterior (SANTOS, 2009). Assim, a presença de luz natural nestes espaços permite uma maior percepção e noção de dia e noite.

Aberturas, em especial as janelas, tornam-se os principais meios para a entrada de iluminação natural nos ambientes hospitalares. Phillips (2004) considera a janela o elemento arquitetônico mais importante de um edifício. Tregenza e Loe (1998) ressaltam que as pessoas tendem a não gostar de ambientes sem janelas porque eles são privados de estímulo e conhecimento sobre o exterior. A presença de iluminação natural é reconfortante, é o desejo subconsciente das pessoas quando dentro de um edifício para manter contato com o mundo exterior, seja para conhecer a hora do dia ou a natureza do tempo (PHILLIPS, 2004). Santos (2009, p.125) destaca a importância deste tipo de abertura para os pacientes internados:

É possível inferir que a experiência visual de tempo e espaço através das janelas é uma experiência não só fisiologicamente necessário quanto significativa muito para o usuário acamado, pois as reações emocionais advindas das impressões ambientais mostraram-se como fatores importantes no tratamento e recuperação do paciente, principalmente para aqueles com longos períodos de internação.

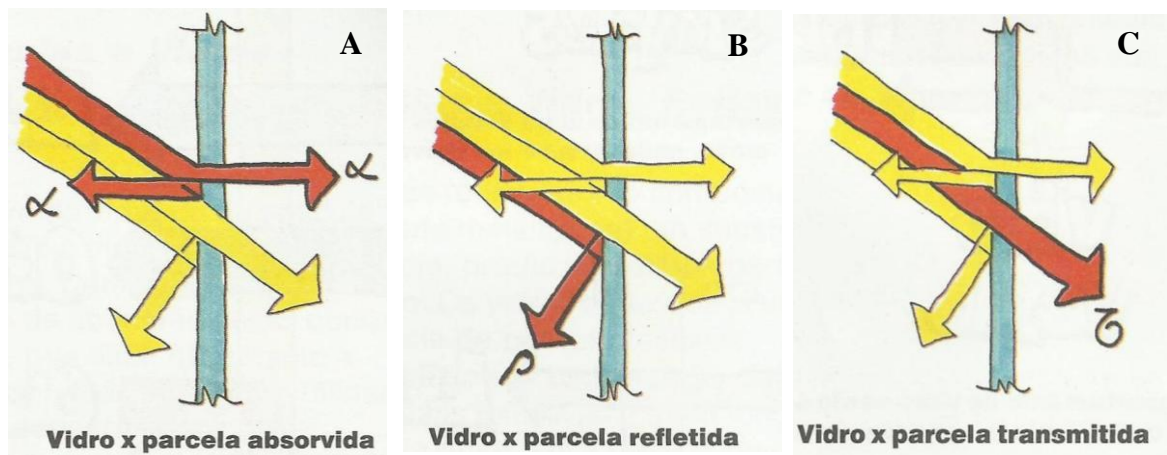
Vale salientar que, apesar de representarem uma importante fonte de iluminação, as aberturas devem ser projetadas com cautela, principalmente em ambientes destinados à saúde. Para Peccin (2002), o paciente deve ser protegido da visão direta das janelas, e conseqüentemente do ofuscamento por elas ocasionado, em decorrência do contraste excessivo entre a luminância do céu e a luminância das superfícies internas.

O conforto visual é tido como o principal determinante da necessidade de iluminação em um edifício. Condicionantes devem proporcionar ao ser humano o ato de desenvolver suas atividades com o máximo de acuidade e precisão visual, menor esforço, menor prejuízo à vista e com reduzidos riscos de acidentes. Adequar iluminância suficiente, boa distribuição de iluminâncias, ausência de ofuscamentos, contrastes adequados (luminâncias), e bom padrão e direção de sombras são alguns dos cuidados a serem tomados quanto à iluminação (LAMBERTS, 2004). Ambientes mal iluminados podem afetar a saúde dos usuários, pode causar estresse e gerar várias formas de queixas, desconforto ocular, visão e postura (PHILLIPS, 2004).

No projeto arquitetônico, diante do exposto, a concepção de aberturas está além do dimensionar. Mais do que admitir a passagem de luz e calor, elas são responsáveis pelo conforto dos usuários. Espaços com iluminâncias insuficientes devem redimensionar suas áreas de iluminação e/ou associar a elementos de captação de luz (PECCIN, 2002). Por outro lado, abrir demais as áreas das janelas pode acarretar em “excesso de iluminação, resultando em ofuscamentos, e aumento de forma considerável da carga térmica” (CORBELLAS & YANNAS, 2003, 236p.). Além disso, uma atenção maior também deve ser dada na escolha dos materiais que compõem essas aberturas, visto que podem influenciar tanto os níveis como a distribuição de luz natural no interior dos ambientes. O comportamento dos raios do sol, frente a superfícies translúcidas e opacas, é dado de forma diferenciada. O vidro, inserido fortemente nas fachadas pela arquitetura moderna representa um dos principais materiais na composição de esquadrias, e o único material de construção com capacidade para controlar de forma racional a radiação solar - luz e calor (LAMBERTS et al, 2004).

No momento em que a radiação solar atinge uma superfície transparente como, por exemplo, o vidro, parte dela é absorvida, refletida e transmitida para o interior (figura 5), a depender do coeficiente de reflexão, absorção e transmissão do material³. Ao incidir, esses coeficientes é que ditarão a forma como os raios solares serão distribuídos. Serra (2004) menciona que as radiações se transformam em calor no momento em que são absorvidas pelas superfícies. A quantidade de radiação que é transformada “depende das propriedades óticas da superfície” (CORBELLA & YANNAS, 2003). No vidro, por exemplo, a parcela absorvida e transformada em calor, pode vir a ser reinserida tanto para o exterior quanto para o interior da edificação em forma de radiação de onda longa (SERRA, 2004; Olgyay, 1998) (figura 5A). Já a parte refletida e transmitida, de forma especular e/ou difusa (figura 5B e 5C), dependerá do material constituinte da superfície. Janelas cujos vidros especificam uma transmitância de 0,87 admitirão a passagem de 87% da luz natural incidente para o interior do ambiente.

Figura 5- Esquemas do comportamento da radiação solar ao atingir uma superfície translúcida.



Fonte: Lamberts et. al, 2004, p.67.

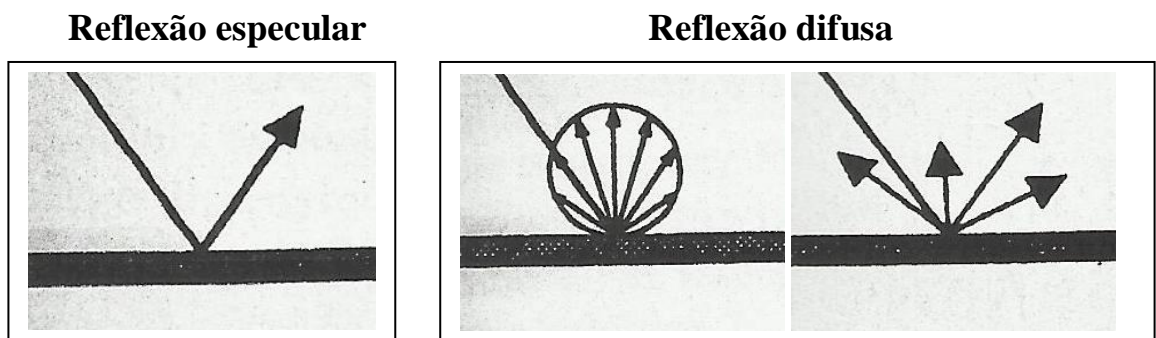
Já em superfícies opacas, como paredes e brises, parte da radiação solar incidente é refletida, na forma de onda curta, e outra absorvida, a depender dos coeficientes dos materiais. Já o grau de transmitância nestes planos é zero (CORBELLA & YANNAS, 2003).

A figura 6 ilustra esquemas de reflexão especular e difusa através de um plano opaco. Nesse fenômeno, os raios solares podem ser aproveitados como fonte de luz para o interior dos ambientes, direcionados em função da cor e característica da superfície exposta. A cor

³ A refletância, ou coeficiente de reflexão, refere-se à fração da luz incidente que é refletida por uma superfície. A absorptância é a fração absorvida pelo material e a transmitância, ou coeficiente de transmissão diz respeito à fração de luz que passa através de um material (TREGENZA; LOE, 1998).

branca tem alto índice de refletância, em algumas tintas chega a 95%. À medida que a cor se torna mais escura, o grau de reflexão vai diminuindo, até chegar à cor preta com índice de reflexão em torno de 10% (FROTA, 2004). “As cores trabalham com absorção e reflexão das diferentes freqüências das ondas de luz. As cores claras refletem maior parte das freqüências, enquanto as escuras as absorvem, e juntamente com essas freqüências, sua luminosidade e seu calor” (UFSC, 2007).

Figura 6- Esquemas da reflexão da luz (especular e difusa) frente a uma superfície opaca.



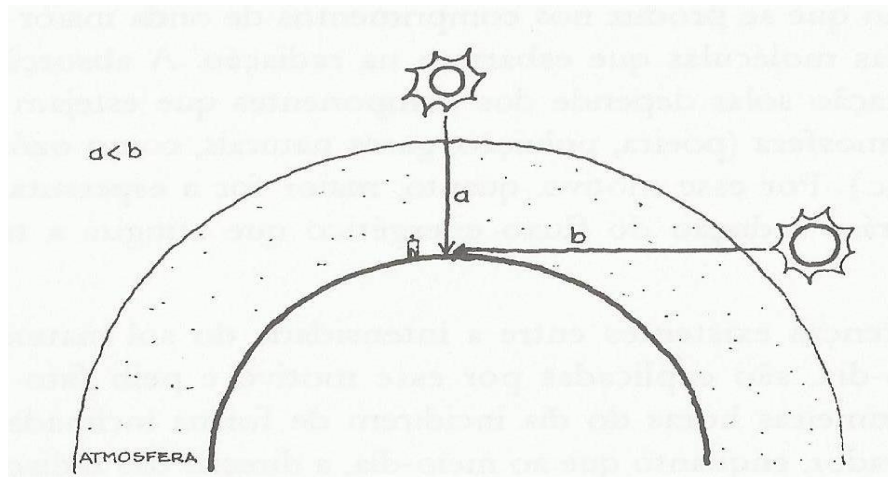
Fonte: Baker et.al, 1993.p.43

Diante desse contexto, a radiação solar é apresentada como um dos fatores de maior impacto para a arquitetura. “O nível de iluminação natural de uma edificação é função da condição celeste e, em um céu claro, da posição do sol, que varia conforme a latitude, a data e o horário” (BROWN & DEKAY, 2007, p.56). A condição celeste está relacionada com a freqüência da nebulosidade, variável conforme as condições climáticas regionais.

A latitude local afeta a disponibilidade de luz natural externa e conseqüentemente, os níveis de iluminação no interior dos ambientes. Mudança na posição do sol no céu faz com que a distribuição de luminância do céu seja diferente de região para região, proporcionando variações na disponibilidade de luz natural, tanto dentro quanto fora da edificação (SOUZA, 2003). Na relação da latitude com a intensidade solar, incidente em uma determinada época e lugar do ano, está o percurso solar. Em um dia de céu claro, onde poucas nuvens encobrem o céu, é preciso observar o ângulo do sol em relação à superfície terrestre e a distância que os raios solares irão percorrer para atravessar a camada atmosférica (VIANNA & GONÇALVES, 2001) (figura 7). Quanto maior for distância percorrida, menor será a intensidade com que os raios solares chegam a um determinado ponto na superfície. Esse fato decorre do fenômeno da dissipação atmosférica, relacionada com a espessura da camada

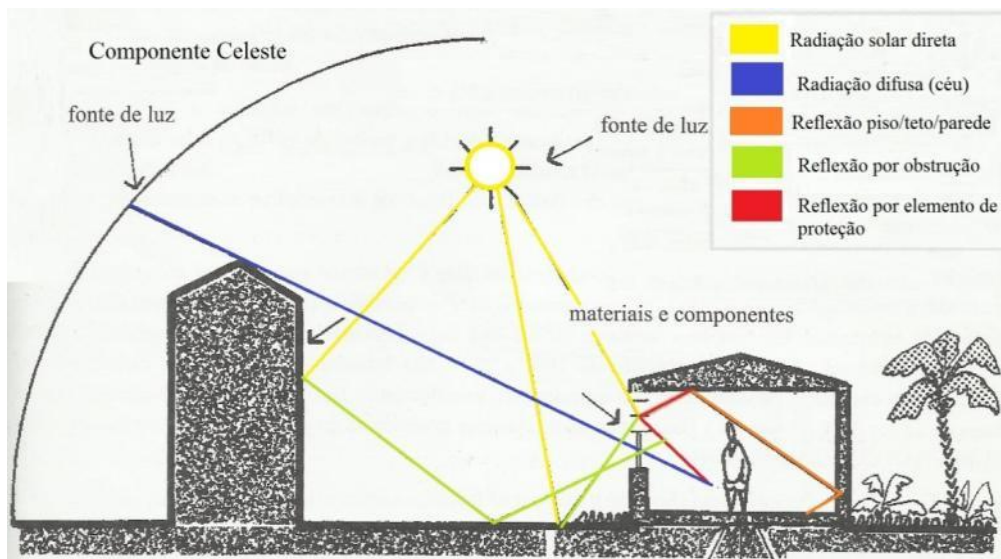
atmosférica a ser atravessada pela radiação solar. BITTENCOURT (2004, p.23) explica que: “A atmosfera atua como um filtro solar. Antes de chegar à superfície da terra as radiações emitidas pelo sol atravessam uma camada gasosa de aproximadamente 8Km, que difunde, refrata, difrata e absorve parte dessas radiações”.

Figura 7 - Imagem esquemática da espessura da atmosfera a ser percorrida pelos raios solares.



Fonte: BITTENCOURT, 2004, p.24.

Figura 8- Principais variáveis de conforto ambiental para iluminação natural.



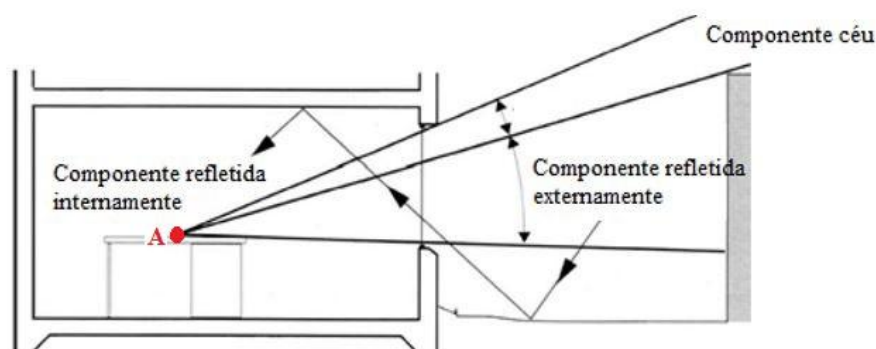
Fonte: VIANNA & GONÇALVES, 2004. Adaptada pela autora.

A forma como a radiação incide na edificação pode ser visto na figura 8. O esquema apresenta as principais variáveis que interferem do conforto ambiental para a iluminação

natural. No espaço arquitetônico, a *componente solar direta*, provém da radiação solar direta e constitui-se de apenas uma parte de toda luz que penetra no ambiente através das aberturas. Já a *componente difusa* engloba a luz difusa oriunda da abóbada celeste, verificada em um determinado ponto através da abertura, e a luz procedente das reflexões, derivadas do meio externo ou dos materiais constituintes no ambiente. A parcela oriunda do céu tem sua intensidade alterada de acordo com a parcela visível do céu e a nebulosidade. As demais componentes são provenientes das múltiplas reflexões da radiação luminosa, ocorrida no interior do ambiente entre parede, teto e piso (RIO, 1998), na penetração oriunda de reflexões externas ao edifício, como outras construções e vegetação, ou por reflexões oriundas de elementos de proteção solar.

Medições realizadas em um determinado ponto no ambiente esboçam como resultado, a quantidade de iluminância existente, ou seja, o total de luz incidente no local, proveniente de todas as componentes acima citadas, seja de forma direta ou refletida. Para melhor entendimento, na figura 9 é possível visualizar um esquema do comportamento das componentes difusas até a chegada da luz em um ponto específico no ambiente. A luz do dia, no ponto “A”, vem do céu (componente céu), do reflexo das superfícies exteriores (componente refletida externamente) e da reflexão a partir das superfícies da sala (componente refletida internamente).

Figura 9- Imagem esquemática das componentes difusas.



Fonte: adaptada de Baker & Steemers (2002)

Vale enfatizar que, conforme mencionado, as variáveis apontadas acima convergem como influenciadores do conforto nos ambientes, no tocante a iluminação natural. Por outro lado, é preciso lembrar que uma abertura propicia também a passagem de calor e som. Neste ponto, outras condicionantes também podem interferir no conforto dos ocupantes, carecendo

de atenção quanto ao controle da ventilação, a transmissão do ruído e ganho e perda de calor, por radiação e condução. Para Vianna e Gonçalves (2001, p.83) “o conforto é a função da relação que o homem estabelece com seu meio-ambiente”, onde “é dependente daquilo que o meio possibilita ao indivíduo em termos de luz, som, calor, uso do espaço e das experiências próprias de cada pessoa (...)”. Miari (2011) cita que um ambiente está constantemente produzindo estímulos que são avaliados por meio de componentes ambientais, como mobiliário, iluminação natural, conforto térmico, dentre outros. “As pessoas tendem a se adaptar a ambientes inadequados, porém isso pode criar irritação, alienação e consequentes problemas de saúde” (MIARI, 2011, p.56).

Quando o desejo está em humanizar um espaço, a busca pelo conforto passa a ser imprescindível, uma vez que a humanização nos ambientes hospitalares contribui tanto para o processo terapêutico dos pacientes internados quanto para a qualidade dos serviços fornecidos pelos profissionais da saúde (MARTINS, 2004). Para Martins (2004) o “arquiteto hospitalar” deve propor soluções que atendam as suas necessidades técnicas e de humanização, ou seja, o edifício precisa atender as inovações tecnológicas, e ser “mais humano”. Deve permitir condições de permanência e convívio adequadas (KASPER et.al, 2009).

Ao investigar pesquisas científicas direcionadas a estabelecimentos de saúde, com foco em pacientes, famílias e funcionários, Huisman et.al (2012) constatou que há uma crescente preocupação por parte dos pesquisadores em considerar os efeitos do ambiente físico para o processo de cura e bem-estar dos usuários. Essa preocupação deve perpetuar tanto na concepção quanto na construção de Estabelecimentos de Saúde.

Sem esquecer a forma plástica, ao mencionar os discursos do arquiteto João Figueira Lima (Lelé), Lukiantchuki e Souza (2010) citam que a beleza é vista por ele como a chave para a humanização. Apesar dos edifícios hospitalares serem projetos extremamente rigorosos em relação à funcionalidade, a beleza não deve ser excluída. No projeto de arquitetura hospitalar a humanização, por meio da beleza, e a funcionalidade devem andar juntas. Controlar e adequar o ganho térmico e luminoso é o passo inicial para o conforto dos usuários no espaço arquitetônico.

2.2 BRISES: ORIGEM, CARACTERÍSTICAS E TIPOLOGIAS.

Agregar conforto a uma edificação através do uso de condicionantes ambientais, geralmente não é uma tarefa simples. O emprego adequado de soluções e elementos

arquitetônicos muitas vezes requer o conhecimento de profissionais qualificados. No mercado existe uma série de elementos arquitetônicos criados com a função de controlar, bloquear e distribuir a ventilação e radiação incidente sobre uma edificação, como é o caso de pergolados, combogós, brises, entre outros. “Do ponto de vista da eficiência energética não há dúvidas da economia gerada no ambiente construído com base na utilização de dispositivos de proteção solar” (CUNHA, 2011, p.6), fato importante em meio à crise energética mundial vivenciada nos dias atuais. Propostos em formatos variados e em diferentes materiais de acabamentos, a principal característica deste elemento (brise) está em contribuir para melhorar as condições luminosas e térmicas no interior da edificação.

2.2.1 Definição e Origem dos brises

A expansão das técnicas construtivas e os conceitos da arquitetura moderna trouxeram uma série de transformações arquitetônicas que influenciaram os hábitos sociais. As novas tecnologias e materiais usados nas estruturas e composição das edificações contribuíram para a criação de edifícios conceitualmente modernos com a passagem nem sempre desejável de luz e calor. A denominada pele de vidro passou a incorporar as fachadas dos edifícios no início do século XX e, elementos de proteção solar passam a serem vistos como possíveis solucionadores para controlar os efeitos da incidência solar direta nas edificações. Dentre os protetores solares estão os brises.

O *brise-soleil*, ou simplesmente Brise, corresponde a uma tipologia de dispositivo de proteção solar concebido por Le Corbusier em meados do Séc. XX. Maragno (2000, p.8) define como “elemento arquitetônico formado por placas externas com a finalidade de impedir que os raios solares atinjam diretamente as superfícies, principalmente as transparentes, das edificações”. Estes elementos, em sua concepção inicial, sofreram a influência de atuação das culturas construtivas árabes e asiáticas, que já utilizavam elementos arquitetônicos para bloquear a passagem dos raios solares (GUTIERREZ & LABAKI, 2005), porém se diferenciam dos mesmos pela forma e materiais empregados.

Le Courbusier apresentou o brise durante o desenvolvimento de projetos habitacionais para Argel e Barcelona em 1933. No Brasil, a primeira aparição só ocorreu de fato no Rio de Janeiro em 1942, na obra do edifício do Ministério da Educação e Saúde Pública- MES (figura 10 e 11), nomeado *Edifício Gustavo Capanema* em homenagem ao ministro da Educação e Saúde Pública do governo de Getúlio Vargas. Nesta obra Le Corbusier foi convidado por Lucio Costa para assessorar a equipe responsável composta pelos arquitetos

Oscar Niemeyer, Carlos Leão, Ernani Vasconcellos, Jorge Moreira e Affonso Eduardo Reidy (FERRAZ, 2013). Seu projeto foi considerado um marco da moderna arquitetura no Brasil devido à sua importância cultural (COLIN, 2004). A edificação foi idealizada para ser resfriada através de ventilação natural, e controla a radiação solar através dos brises horizontais móveis, entre planos verticais fixos na fachada Norte. Representou um dos primeiros prédios modernistas construídos (KIST & ALVES, 2010) e “um dos mais importantes exemplos de arquitetura moderna no mundo” (IPHAN, 2013), buscando a proteção solar e interação com o clima.

Figura 10- Fachada Norte do Edifício Gustavo Capanema, Rio de Janeiro.



Fonte: Ferraz, 2013.

Figura 11 - Edifício Gustavo Capanema, Rio de Janeiro.



Fonte: Silva, 2011.

Apesar de um maior destaque ter sido dado ao Ministério, “por critérios exclusivamente cronológicos, outros edifícios o precederam” (COLIN, 2004, p.138). A nova sede da Associação Brasileira de Imprensa (ABI) (figura 12 e 13) é um deles. Antes mesmo da chegada de Le Corbusier em 1936, o projeto já se apresentava em um concurso no Rio de Janeiro. Idealizado pelos arquitetos Milton e Marcelo Roberto, este edifício foi um dos pioneiros no uso de proteção solar. Os brises fixos apesar de terem sido idealizados em lâminas verticais oblíquas em alumínio, foram executados em concreto (UFSC, 2005). O

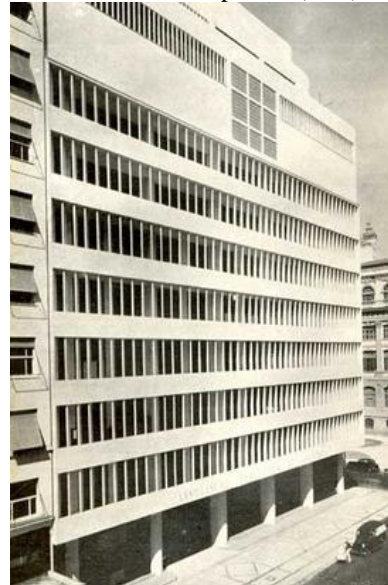
edifício foi tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico Estadual em 1965 (ABI, 2014) e pelo Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional (IPHAN) em 1984⁴ (IPHAN, 2013).

Figura 12 - Corredor do edifício-sede da ABI.
À direita os brises em concreto.



Fonte: ABI, 2014. Disponível em: <<http://www.abi.org.br/institucional/edificio-da-abi/>>. Acessado em: jul.2014.

Figura 13 -Edifício sede da Associação Brasileira de Imprensa (ABI).



Fonte: ABI, 2014. Disponível em: <<http://www.abi.org.br/institucional/historia/>>. Acessado em: jul.2014.

Os elementos da tradição colonial e os preceitos do estilo internacional, influenciados por arquitetos estrangeiros, passam a fazer parte do surgimento de uma nova arquitetura. Para Mascaró (2005), a passagem da fachada totalmente envidraçada, característico do período moderno, para a criação e uso do quebra-sol, refere-se a uma das inovações tecnológicas mais importantes, talvez a única inovação técnico-estrutural que tenha acontecido no século XX no campo do controle do ambiente. Neste momento, o brise passou a ser um reconhecido elemento da arquitetura moderna brasileira, despertando o interesse dos grupos de arquitetos. Adquiriu ao longo do tempo a função principal de controle da radiação solar, com acesso seletivo da luz do sol aos ambientes interiores, passando a ser aplicado em diversos projetos (CUNHA, 2011). Quando aplicados afastados das vedações (esquadrias e paredes, por exemplo), esses elementos possibilitam dissipar a radiação absorvida antes de alcançar o ambiente, resultando assim em menor quantidade de calor a ser transmitido para o recinto (OLGYAY, 1998). Dessa forma, logo surgiu o desejo de uma adequação da arquitetura

⁴ Livro Belas artes. Processo 1100-T-8. N.inscrição 559. Vol.2. F.006. 29/05/1984. Disponível em: www.iphan.gov.br. Acessado em: 15 abr.2015.

brasileira às condições climáticas do local, com busca a novos materiais, técnicas e à estética de Le Corbusier, o que contribuiu ainda mais para a expansão no uso desses elementos

Lúcio Costa, mais do que arquiteto, foi um dos principais colaboradores a contribuir para essa propagação. Para Alcântara (2002, p.42):

A valorização das fachadas e a rejeição do dogmatismo do estilo internacional representam também o estilo único do arquiteto, onde é característica a vinculação consciente da tradição local sem prejuízo do caráter contemporâneo.

Dentre suas obras mais conhecidas, está o Conjunto Residencial do Parque Eduardo Guinle, um complexo residencial de edifícios modernistas, localizado na cidade do Rio de Janeiro e projetado no final dos anos 40. Neste conjunto, tombado⁵ pelo IPHAN em 1986, o arquiteto ficou responsável pela concepção de três edifícios, dentre eles o Edifício Caledônia, último dos edifícios projetados por Lúcio Costa. Nos edifícios, incluindo a Caledônia (figura 14), os elementos de proteção solar tiveram por função básica proteger as fachadas principais voltadas para o poente, sem prejuízo para a visão do Parque Guinle (ALCANTARA, 2002). Além disso, os elementos vazados (combogós) de cerâmica e sua variedade de desenhos resultam em um “interessante resultado plástico” (FROTA, 2004, P.173).

Figura 14- Edifício Caledônia no Parque Guinle, Rio de Janeiro. Obra do arquiteto Lúcio Costa.



Fonte: ALCANTARA, 2002, p.46.

⁵ Tombamento registrado no livro Belas Artes: inscrição 577. N. processo 1110-T-84. 16/04/1986. Disponível em: www.iphan.gov.br. Acessado em : 20/04/2015.

Apesar de buscar a proteção solar, a preocupação dos profissionais, em adequar os protetores solares à composição plástica das fachadas, permaneceu. Olgyay (1998) ressalta que interceptores solares podem criar um forte caráter espacial à edificação, adicionando novos elementos à linguagem arquitetônica e expressando uma autêntica consciência regional. Colocados entre o homem e o ambiente natural, oferecem possibilidades muito enriquecedoras para sua expressão visual (OLGYAY, 1998).

2.2.2 Característica e tipologia dos brises

A inserção de luz natural no ambiente traz como pontos positivos o aumento da luminosidade e a integração com o exterior. De forma excessiva tende a prejudicar o conforto dos usuários. Neste contexto, os brises, cuidadosamente previstos, buscam um melhor controle na incidência da luz solar e nas condições de temperatura no espaço construído, contribuindo para evitar problemas de iluminação, como contrastes excessivos e ofuscamentos, e de sobreaquecimento, com a deteriorização dos objetos expostos à radiação solar direta (FROTA, 2004). Representa também “importante recurso para o controle de ganhos de calor solar, com redução nos sistemas de ar-condicionado e consequente conservação de energia” (FROTA, 2004, p.163). Além dessas, outras características são atribuídas aos brises, como:

- Controlar a visibilidade, luminosidade e privacidade no ambiente;
- Evitar a má distribuição luminosa, ofuscamentos e excessivos contrastes;
- Possibilitar a concepção em diferentes materiais e dimensionamentos;
- Auxiliar controle do ruído da edificação, quando, por exemplo, incorporados aos caixilhos com dois vidros.

Os brises são constituídos por lâminas geralmente paralelas, internas ou externas à edificação, com composição a depender de sua expressão arquitetônica, do período de sombreamento requerido, latitude e orientação da abertura. A composição em diferentes materiais e seu caráter plástico possibilita uma maior interação dos brises com o partido arquitetônico a ser adotado (CORBELLA & YANNA, 2003). Dentre os materiais mais utilizados estão: placas de concreto armado, chapas de fibrocimento, chapas de aço, chapas e perfis de alumínio, podendo ser utilizados material transparente (vidro ou policarbonato, por exemplo) com filtro ou translúcido. Quando posicionados no lado externo da fachada “funcionam como um anteparo para a radiação solar, visto que as trocas térmicas mais

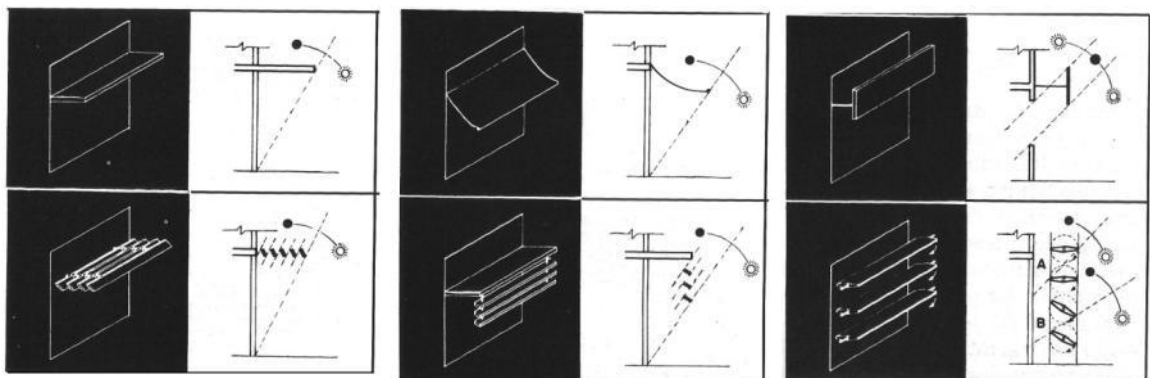
intensas ocorrem antes da energia solar atingir o corpo do edifício”. (FROTA, 2004, p.164). Paricio (1997) menciona que se houver ventilação no espaço entre o vidro e o protetor, e a distância for suficiente, a proteção contra o calor proporcionado pelas lâminas, será eficaz. Além disso, adotar o uso desse espaço vazado entre a superfície e o brise pode “facilitar a manutenção de peças danificadas e permitir a circulação de ar” (SILVA, 2007, p. 130). A lacuna passa a servir de escape para o ar quente que foi absorvido pela estrutura, evitando a transmissão de calor por condução para o interior do edifício (Olgay, 1998).

Sua tipologia difere quanto à posição e mobilidade. Quanto à **posição** permite classificá-los em horizontal, vertical ou misto (combinado), e quanto à **mobilidade** em móvel ou fixo, com possibilidade de serem fabricados em diversas formas, tamanho, materiais e acabamentos. A denominação de *misto* é adotada para caracterizar a composição de placas horizontais e verticais, respectivamente. Adota-se neste trabalho esta nomenclatura, por ser a mais usual.

2.2.3 Brises Horizontais

Os brises horizontais são caracterizados por lâminas dispostas com eixo na posição horizontal, paralelas ao plano horizontal. Na figura 15 são dispostos exemplos com diferentes tipologias quanto ao tamanho e posicionamento das aletas. Conforme mencionado no item 2.2.2, a escolha adequada dependerá da expressão arquitetônica do edifício e do período de sombreamento desejado. Vale lembrar que essa tipologia é mais eficiente “nas horas do dia em que o sol está mais alto e menos eficiente nas horas próximas ao nascer e por do sol”, devido à altura solar (BITTENCOURT, 2004 p.54). Por este motivo, “sua utilização para

Figura 15 - Exemplos de diferentes tipos de protetores horizontais.



Fonte: Olgay, 1998, p.82.

barrar raios baixos resulta na obstrução da visibilidade ao exterior, redução de luminosidade e ventilação que atravessariam a abertura a ser sombreada” (BITTENCOURT, 2004, p.60).

Na sede da Petrobrás (figura 16) no Rio de Janeiro, inaugurado em 1974, a preocupação com o controle da radiação solar resultou na utilização adequada de brises horizontais móveis de alumínio na fachada norte. Grande parte da energia solar que seria absorvida pela edificação passa a ser rejeitada com o uso dos protetores. O projeto, assinado por Roberto Luiz Gandolfi, José H. Sanchotene, Abraão Assad e Luiz Fortes Netto, demonstra a possibilidade de agregar de forma harmônica os elementos de proteção solar à composição plástica das fachadas. Apesar de terem sido destacados os brises horizontais na fachada Norte, brises verticais compõem adequadamente as fachadas Leste e Oeste (CORBELLA & YANNA, 2003). Na fachada Sul não houve proteção solar, porém “a inclusão de dispositivos teria ajudado a diminuir ainda mais a carga térmica no verão” (CORBELLA & YANNA, 2003, p.70).

Figura 16 - Edifício Sede Petrobrás (1968), Rio de Janeiro. Destaque para os brises horizontais da fachada Norte.



Fonte: AGENCIA PETROBRAS, 2014. Disponível em: <<http://exposicao60anos.agenciapetrobras.com.br/decada-1970-momento-14.php>>. Acessado em: Ago. 2014.

Outro exemplo no emprego de brise horizontal pode ser observado no Museu de Arte Contemporânea de Barcelona (MACBA) (figura 17), datado de 1995. Nele, o arquiteto Richard Meier mostra que é possível proteger uma fachada envidraçada com brises, sem comprometer a forma plástica do edifício. Solução que proporciona certa transparência. Rego (2001) cita que o museu “mescla a estética purista incrementada com novos materiais a certas experiências plásticas do período brutalista de Le Corbusier”.

Figura 17 - Brises horizontais na fachada do Museu de Arte Contemporânea de Barcelona - MACBA.



Fonte: MACBA, 2014. Disponível em: < <http://www.macba.cat/en/venue-hire> >. Acessado em: jun. 2014.

Figura 18 - Brises horizontais na fachada do Tribunal de Contas da União - Secretaria de Controle Externo no Estado de Alagoas



Fonte: Acervo autora

Figura 19- Brises horizontais na fachada do Hospital Unimed em Maceió-AL



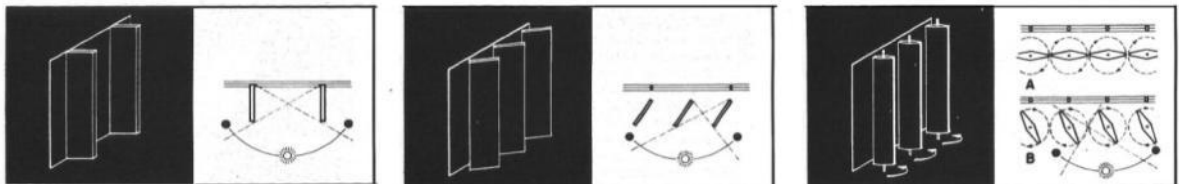
Fonte: Acervo autora

Em Maceió, a aplicação de brises horizontais pode ser observada nas fachadas do Edifício do Tribunal de Contas da União- Secretaria de Controle Externo no Estado de Alagoas (figura 18) e no Hospital Unimed Maceió (figura 19), ambos no bairro do Farol. Compostos em lâminas de alumínio, os brises estão inseridos de forma harmônica na composição plástica das fachadas.

2.2.4 Brises Verticais

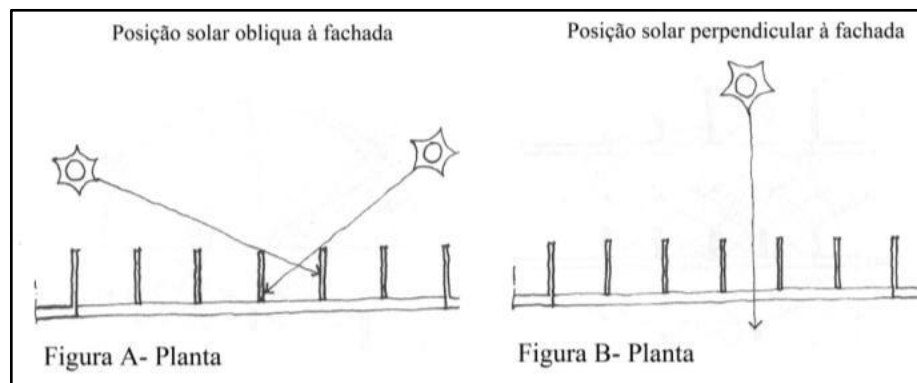
Nos brises verticais as lâminas são ordenadas com eixo na posição vertical (figura 20), perpendicular ao plano horizontal. “Esse tipo de dispositivo é mais indicado quando a insolação que se deseja bloquear esteja com incidências oblíquas em relação à fachada” (BITTENCOURT, 2004, p.59). Em edificações localizadas nas baixas latitudes, os brises verticais fixos têm pouca eficiência nas fachadas Leste e Oeste, visto que a insolação nestas orientações acontece de forma perpendicular à fachada (figura 21). Entretanto, eles são mais eficientes nas fachadas norte, sul, sudoeste, nordeste e sudeste, especialmente nas horas próximas ao nascer e pôr-do-sol. (BITTENCOURT, 2004, p.53).

Figura 20- Esquemas de brises verticais, em planta baixa.



Fonte: Olgyay, 1998, p.83.

Figura 21- Protetor vertical e posicionamento solar.



Fonte: Bittencourt, 2004, p.60, adaptado pela autora

Exemplos de edifícios modernos com utilização de brises verticais podem ser vistos no edifício do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes- DNIT, em Brasília, e edifício Maison de France no Rio de Janeiro (figuras 22 e 23 respectivamente).

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério dos Transportes (DNIT, 2014). Sua sede localizada em Brasília, no Distrito Federal (figura 22) atualmente comporta 23 unidades administrativas regionais – as superintendências. No edifício-sede, projetado na década de 1970 sob coordenação do arquiteto Rodrigo Brote Lefèvre, os brises foram compostos em dois tamanhos distintos (FROTA, 2004). Assim, provavelmente locados de acordo com a orientação solar, permite para proteger a incidência direta nas fachadas e permitir a passagem de ventilação natural.

Figura 22- Fachadas do prédio do DNIT, Brasília- DF.

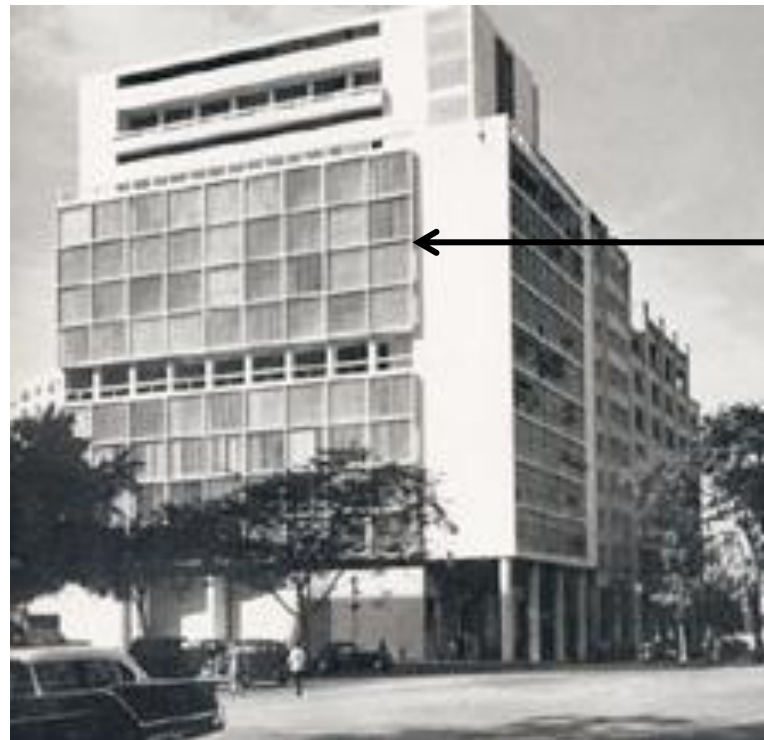


Fonte: Frota, 2004.

Um significativo exemplo da Arquitetura Moderna no Rio de Janeiro é atribuído ao Edifício Maison de France (figura 23), datado de 1955 (CTAC, 2014). Projetado por Jacques Pilon, atualmente o edifício abriga a sede do Consulado Geral da França no Brasil. A utilização dos brises na fachada Norte representa e exemplifica um dos elementos mais marcantes da arquitetura moderna. Por outro lado, apesar de muitas vezes ter sido apresentado como exemplo de proteção solar, os brises não foram inseridos de forma adequada. A proteção solar nesta fachada só ocorre com o fechamento por completo das aletas, o que impede a entrada de luz no seu interior. Além disso, “erros de projeto resultaram em um

prédio cujo funcionamento seguramente depende de um alto consumo de ar-condicionado” (CORBELLA & YANNA, 2003, p.150).

Figura 23- Edifício Maison de France (1955), Rio de Janeiro.



Fachada Norte
(brises verticais)

Fonte: adaptado de Maison France, 2014. Disponível em:<
<http://www.maisondefrance.org.br/index2.html#>>. Acessado em: jul. 2014

Atualmente existem diversas ferramentas capazes de auxiliar na concepção adequada de brises, a simulação computacional é uma delas (GELBCKE et.al, 2012). Um programa de simulação possibilita obter uma visão mais real dos níveis de luz natural no interior do ambiente, de maneira mais simples e rápida (CORBELLA & YANNA, 2003). Em pesquisas relacionadas com programas de simulação pode-se citar Bogo et.al (2009). Seu trabalho buscou identificar o comportamento luminoso, de aberturas com elementos de controle solar, através de simulação computacional com um modelo virtual, análogo ao equipamento utilizado em estudos fotométricos laboratoriais. Esse método “desenvolvido a partir de um ambiente virtual de estudo representa vantagens em relação aos métodos experimentais de laboratório, tais como menor tempo de análise, menor custo e facilidade de acesso aos demais pesquisadores interessados” (BOGO et.al ,2009,p.124).

Em Maceió, o uso de brises verticais encontra-se presente nas fachadas de escolas privadas e em edificações públicas. Como exemplo, pode ser mostrado o Colégio Santa Úrsula (figura 24), no bairro da Jatiúca, e o prédio-sede da Secretaria da Fazenda (SEFAZ), no bairro da Cambona (figura 25).

Figura 24- Fachada principal do Colégio Santa Úrsula, 2014, no bairro da Jatiúca, em Maceió-



Fonte: acervo autora (direita) e site colégio (esquerda). Este último disponível em:< <http://www.ursula.com.br/estrutura.php>>. Acessado em: dez.. 2014

Figura 25- Edifício-sede SEFAZ , em Maceió-AL.

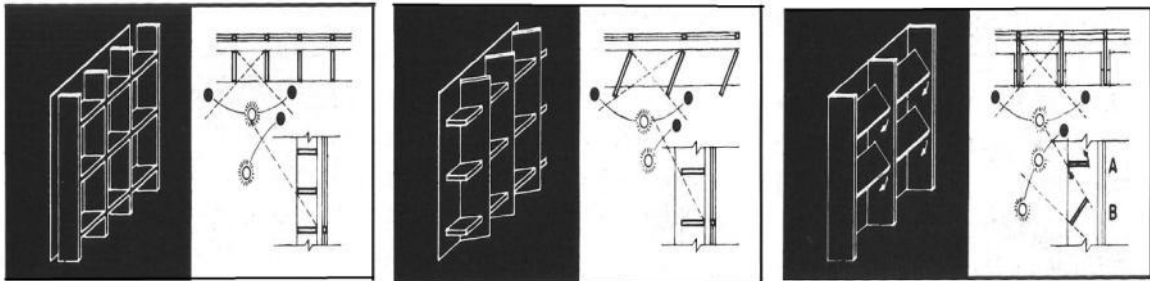


Fonte: Sefaz, 2014. Disponível em:< <http://www.sefaz.al.gov.br/institucional.php>>. Acessado em: dez.. 2014

2.2.5 Brises Mistos ou Combinados

Nos Mistos ou combinados, há uma alternância na disposição das lâminas, associando placas horizontais e verticais de forma simultânea (figura 26). Devidamente combinados, pode apresentar um desempenho muito eficiente. A questão está em atuarem de forma complementar, onde as lâminas horizontais tendem a suprir as partes críticas a serem deixadas pelas lâminas verticais (BITTENCOURT, 2004).

Figura 26-Esquemas de brises mistos ou combinados, em elevação. A imagem da esquerda e central apresenta a tipologia com aletas fixas. Já a imagem da direita, apresenta uma tipologia com as aletas horizontais móveis

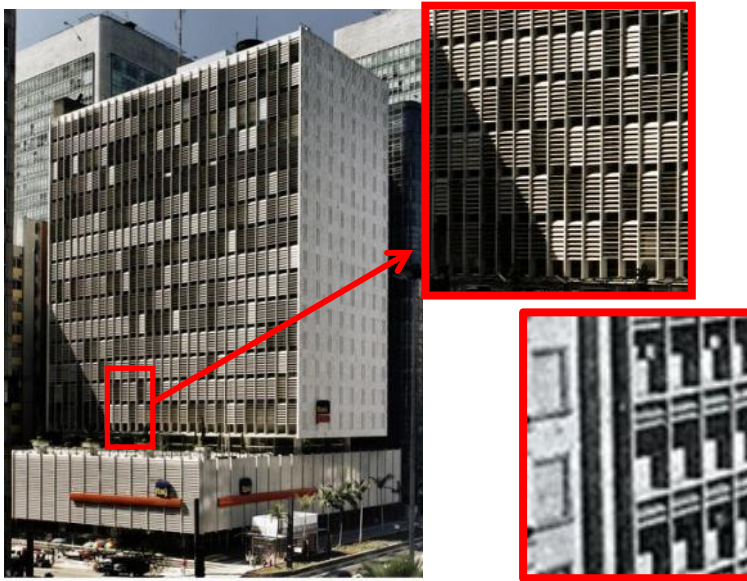


Fonte: Olgay, 1998, p.83

Como exemplo desta tipologia, vale mencionar o prédio do Banco Itaú, na esquina da Avenida Paulista com a Rua Frei Caneca, em São Paulo, construído em 1962 (figura 27). O projeto do arquiteto Rino Levi se destaca pelo uso acentuado de brises horizontais em toda a fachada de acesso localizado na Rua Frei Caneca. A proteção solar foi necessária devido à orientação voltada para o poente. Totalmente protegido pelos brises de alumínio, o edifício apresenta esquadrias de vidro que permitem um contínuo contato com o exterior (FRACALLOSSI, 2013).

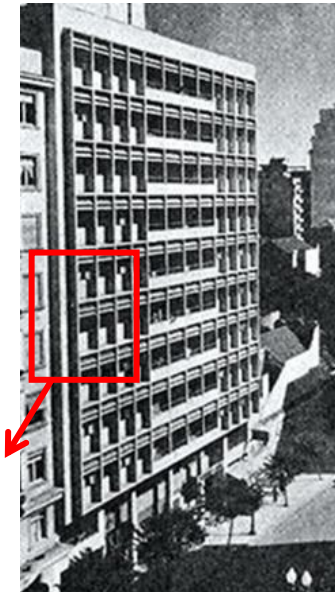
Outra edificação do Século XX com emprego de brises mistos é o Edifício Santa Terezinha (figura 28), construído em 1950 no centro de Porto Alegre. Projetado por Carlos Aberto de Holanda Mendonça, os elementos verticais destacados na fachada cruzam os nove pavimentos e fazem parte do sistema de proteção solar para os quartos, nos quais se unem aos brises horizontais (CORBELLA & YANNAS, 2003). Tipologia de brises similar ao prédio do Edifício Gustavo Capanema, mostrado nas figuras 10 e 11.

Figura 27- Foto da fachada da Rua Frei Caneca, Banco Itaú, em São Paulo, SP. Detalhe para os brises mistos.



Fonte: adaptado de Levi, 2013. Disponível em:<
http://www.archdaily.com.br/br/01-42536/classicos-da-arquitetura-banco-sul-americano-rino-levi/42536_42545>.
 Acessado em: jan.2014.

Figura 28 -Edifício Santa Terezinha (1950), em Porto Alegre.



Fonte: Xavier & Mizoguchi, 1987

Ao analisar distintos protetores disponíveis no mercado brasileiro, e sua relação com os projetistas na região central do Rio Grande do Sul, Weber et al.(2010) conclui que a comercialização de brises industrializados engloba em maior quantidade, a colocação dos brises na vertical ou horizontal. A tipologia combinado apresenta-se como menos difundida, pois a maioria dos fabricantes não concebe a colocação em diferentes posições.

2.2.6 Brises Móveis e Fixos

Ao mencionar sobre a mobilidade dos brises, todas as tipologias citadas (verticais, horizontais e mistas) podem atuar de forma fixa ou móvel, de modo mecânico ou automatizado.

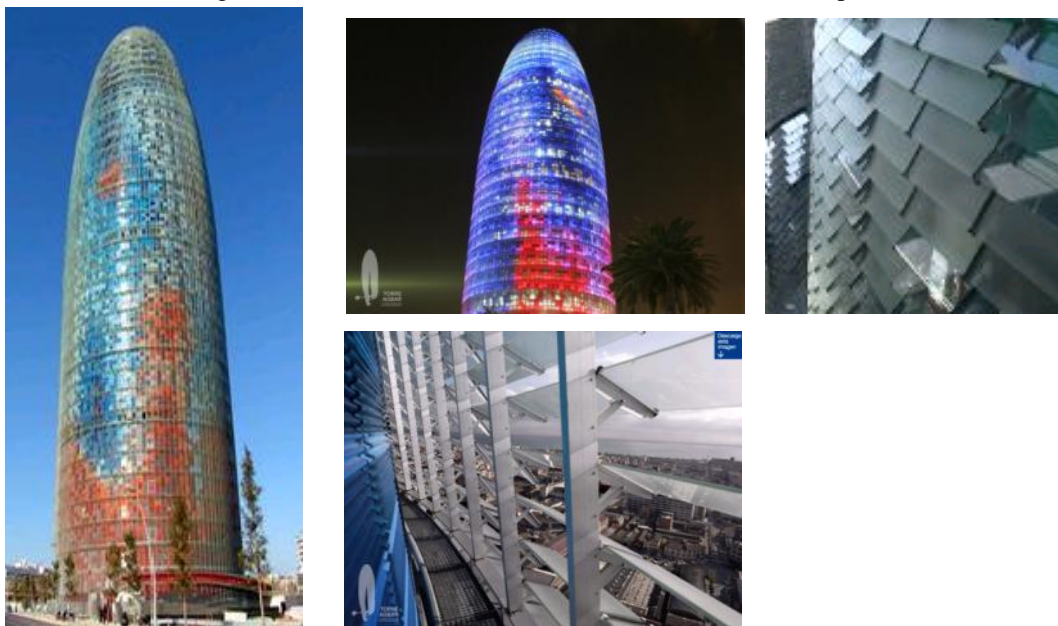
No caso de sistema de *brises móveis*, a mobilidade de suas aletas possibilita que suas lâminas sejam controladas conforme a necessidade do usuário, aumentando ou diminuindo a entrada de luz natural no recinto. Assim, “podem ser ajustados em função da variação dos raios solares, ao longo das várias horas do dia” (BITTENCOURT, 2004, p.54). A montagem das lâminas “dependerá do sistema integrado (manual ou mecânico), sendo necessário estudo do mecanismo que melhor se encaixa no projeto” (GELBCKE et.al, 2012). A elaboração desses mecanismos, além de estimar fatores como manutenção e durabilidade devem buscar

engrenagens que possa ser regulado com facilidade pelo ocupante. Segundo Tregenza e Loe (1998): “quando o sistema de controle de iluminação parece ser insensível ao desejo dos usuários, o sistema é desvalorizado por eles, seja por ignorância ou por resposta deliberada de insatisfação”. “Os sistemas móveis podem ser mecânicos, elétricos ou eletrônicos, comandados em função da incidência do sol ou da intensidade luminosa ou da temperatura” (FROTA, 2004).

Nielsen et.al (2011) estudou o potencial do uso de proteção solar móvel , em sala de edifício de escritório, em relação ao consumo de energia e à qualidade do ambiente quanto: a qualidade do ar interior, a quantidade de luz natural disponível e o conforto visual dos usuários. Na comparação entre aberturas com proteção solar móvel e proteção solar fixo, a pesquisa demonstrou que o uso de proteção móvel melhorou drasticamente a quantidade e luz natural disponível. Simulações dinâmicas e integradas, no início da concepção projectual, podem ser usadas para auxiliar decisões referentes aos elementos de fachada.

Um exemplo com utilização de brise móvel é a torre de águas de Barcelona AGBAR (figura 29), que se destaca pela harmonia no uso de brises móveis automatizados na composição plástica do edifício. A obra inaugurada em 2005 foi projetado pelo arquiteto Jean Nouvel em parceria com o escritório espanhol b720 Arquitectos. Consta de uma torre de negócios com fachadas em duas “peles”. A primeira, que cobre o muro de concreto, é uma chapa de alumínio em tons terra, azuis, verdes e cinza, cores que mesclam à medida que

Figura 29- Torre AGBAR e seus brises em Barcelona, na Espanha.



Fonte: AGBAR, 2014.

ganham altura. A segunda é formada por lâminas de vidro (brises), opacas e translúcidas, podendo ser inclinado em vários ângulos (AGBAR, 2014). Essa segunda pele permitiu “a criação de um sistema de proteção térmica, que isola o frio do calor, tendo como resultado algo inédito em uma torre, que é abrir as janelas” (OLIVEIRA, 2001).

Em estudos relacionados a brises automatizados, vale citar o trabalho de Bergamini (2013). Em sua pesquisa desenvolveu um programa para movimentação automatizada de um protótipo de brise-soleil dinâmico, para diferentes situações de claridade. Desta forma, “permitiu exemplificar a viabilidade de automação da estrutura desenvolvida com o uso de pequenos motores e sensores de luz, bem como a potencialidade do protótipo testado, como elemento de fachada para controle de luz incidente” (BERGAMINI, 2013).

Diferentemente dos móveis, os *brises fixos* são idealizados para permanecerem presos à estrutura, assim passam a não depender do manuseio por parte do usuário. Pelo fato de não apresentarem mobilidade, uma atenção maior deve existir na concepção dos ângulos de abertura, uma vez que as aletas permanecerão estáveis na edificação. Se o ângulo de abertura entre as aletas ficar maior que o adequado, edifício estará sujeito a uma maior exposição solar. Em situação oposta, menor ângulo de abertura pode gerar menor entrada de luz e vento. WEBER et.al (2010) ressalta que os dispositivos fixos possuem maior dificuldade no controle da visibilidade, privacidade e luminosidade, em comparação com os brises móveis.

A figura 30 e 31 mostra o Centro de Cultura Judaica em São Paulo, projetada por Robert Loeb em 1991. Sua estrutura com 5.000m² de área construída abriga espaços para

Figura 30- Brise em vidro do Centro de Cultura Judaica, São Paulo-SP.



Fonte: Loeb, 2003.

Figura 31- Centro de Cultura Judaica, São Paulo- SP.

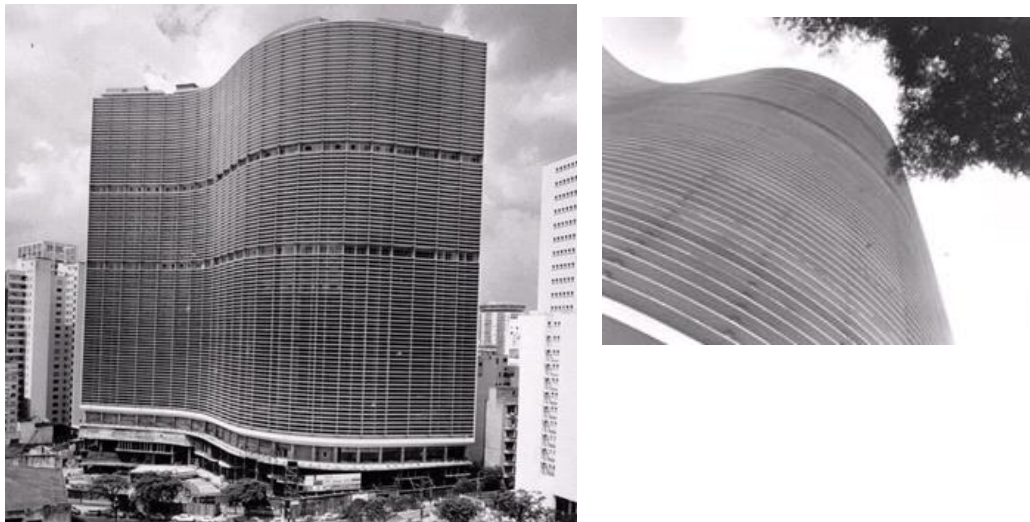


Fonte: Revista Finestra 32, 2003. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2005-2/brises/tipos.htm>. Acessado em: 10 jun. 2014.

exposições, peças teatrais, apresentações musicais, entre outros (CENTRO DE CULTURA JUDAICA, 2014). O edifício inteiramente exposto à incidência do sol e cargas de vento apresenta brises de vidros em duas camadas, apoiados em estrutura tubular metálico e ancorados em pergolados de concreto, afastados da parede. Desta forma, “a corrente de ar que circula entre as duas peles produz resfriamento de quase 30% do calor incidente sobre os brises” (LOEB, 2003). Quanto a sua forma plástica, “os brises apoiados na estrutura metálica quebram a monotonia do prédio construído em concreto e valorizam a curvatura do volume central” (UNICAMP, 2014).

Outra construção com utilização de brise fixo é o edifício COPAN (figura 32). O projeto inicial foi encomendado pela Companhia Pan-Americana de Hotéis, e projetado na década de 1950 pelo arquiteto Oscar Niemeyer com a colaboração de Carlos Alberto Cerqueira Lemos. A construção foi interrompida várias vezes, e as partes de alvenaria e concreto armado foram concluídos em 1961 (COPAN, 2014). A estética do edifício é marcada pela forma curva e pelas linhas horizontais dos brises na fachada projetada para o Norte (CORBELLA & YANNAS, 2003). Acompanhando as curvas da fachada, os brises em alvenaria passam a contribuir de forma harmônica na composição plástica do edifício.

Figura 32- Imagem do edifício COPAN, em São Paulo.



Fonte: COPAN. Disponível em:<<http://www.copansp.com.br/fotos.html>>.Acessado em: 22 jul. 2014.

No estudo relacionado com brises fixos, é possível citar o trabalho de Freewan (2014). Em sua pesquisa, em escritórios na Jordânia, examinou o efeito de três dispositivos de sombreamento fixo: brise vertical com aletas perpendicular à fachada, brise vertical com

aletas diagonais e brise misto (horizontal e vertical), sendo este último apelidado de “caixa de ovo”. Relacionado à iluminação natural, três indicadores de desempenho foram estudados: nível de iluminância, uniformidade e brilho. Os resultados experimentais e de simulação mostraram que os dispositivos de sombreamento melhoraram em quantidade e qualidade a disponibilidade de luz do dia no interior do ambiente, em comparação com o caso base (ausente de proteção solar). Em escritórios reais o uso dos brises demonstrou boa melhora no ambiente visual, além de redução na necessidade de cortinas e luz artificial.

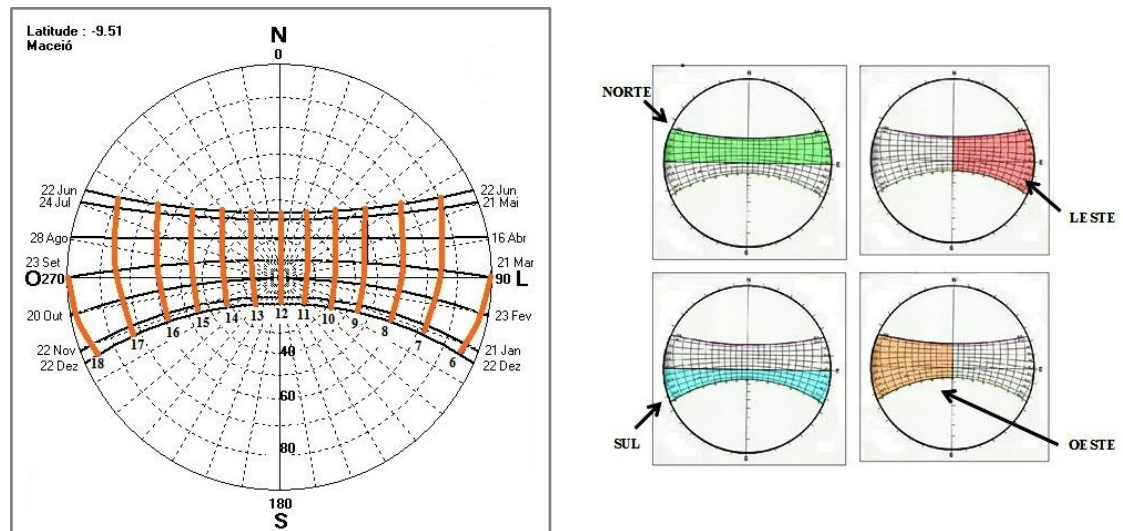
2.2.7 Ângulos e materiais de acabamentos das lâminas

Diante dos modelos apresentados, alguns fatores são determinantes para eficiência dos brises. Dentre eles estão os ângulos (posicionamento) das lâminas e os materiais de acabamentos que as compõem.

Antes de especificar tipo e característica de proteção solar, é preciso compreender como acontece o percurso do sol na abóbada celeste da terra, nos diversos períodos do dia e do ano. A Geometria Solar, a partir de gráficos simplificados, é capaz de apresentar os horários de insolação para distintas orientações de fachadas, em cada latitude particular (FROTA & SHIFFER, 2003). Um dos instrumentos capaz de auxiliar estudos relacionados à geometria da insolação é a carta solar. Nelas são expostas “projeções do percurso do sol ao longo do ano e nas diversas horas do dia, num plano horizontal” (BITTENCOURT, 2004, p.28). FROTA (2004, p.47) cita que a carta solar “oferece uma visão mais clara das posições ocupadas pelo Sol nas diversas datas e, dados como os de azimute já se apresentam na posição correta, dispensando até mesmo que sejam determinados os seus valores”. Cada latitude possui sua carta solar, especificada de acordo com a latitude.

Para a cidade de Maceió a Carta Solar de latitude está apresentada na figura 33 (lado esquerdo). Na figura 33 (lado direito), as hachuras nas cores verdes, azul, vermelho e laranja, marcam o período de insolação das fachadas voltadas para as orientações Norte, Sul, Leste e Oeste, respectivamente, e quando livre de quaisquer obstruções de céu. Trata-se de áreas relativas à porção de céu visível pelas fachadas, na qual, conhecendo a orientação do edifício, é possível saber a insolação da fachada, quando livre de qualquer obstrução de céu (FROTA, 2004). Em Maceió, a Carta Solar (figura 33) demonstra que a orientação Norte apresenta maior período de incidência solar durante o ano, em comparação com a orientação Sul.

Figura 33- Carta Solar da cidade de Maceió à esquerda, com destaque em laranja para as horas de insolação. À direita estão as cartas solares com o período de insolação nas fachadas Norte, Sul, Leste e Oeste.



Fonte: programa SOL-AR adaptado pela autora.

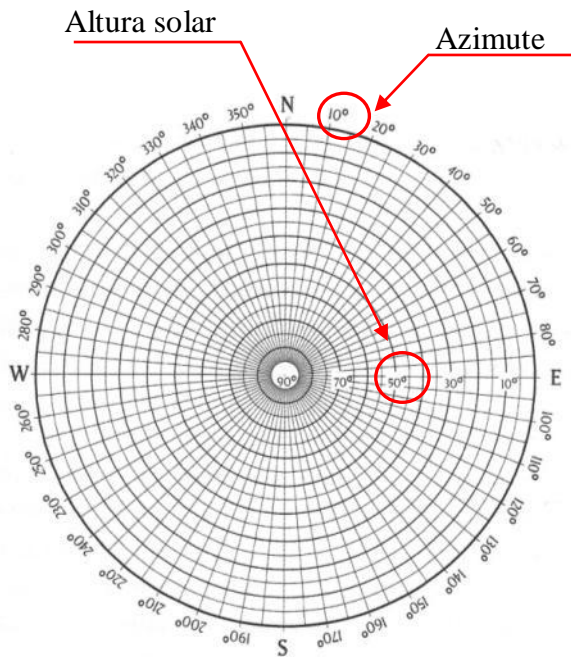
Para fazer a leitura da posição do sol - azimute e altura- sobre a carta solar, é necessário o uso dos *transferidores de coordenadas solares* (figura 34). Neles são expostos os ângulos referentes ao azimute e a altura solar, apontando em que ponto do céu se encontra o sol (FROTA, 2004).

Conhecendo a orientação do edifício e a posição do sol, podem ser determinadas as sombras projetadas pelo edifício, em função da data e hora, sobre pisos dos espaços externos, sobre outros prédios, sobre si mesmo (dependendo de sua forma e orientação (FROTA, 2004, p.47).

As sombras, mencionadas acima por Frota (2004), são representadas nas chamadas *Máscaras de sombra*. Permitem determinar os ângulos necessários de proteção para cada uma das fachadas a ser protegida, conforme sua orientação geográfica. Os ângulos encontrados são traçados para abranger o período anual onde a insolação é indesejada. Para o traçado de máscaras a carta solar, da latitude na qual o edifício está inserido, une-se ao *Gráfico Auxiliar ou medidores de ângulos* (figura 35). Esse gráfico possibilita indicar a parcela do céu que é mascarada por obstruções, tais como outros prédios e árvores, além de elementos incorporados à própria construção, como beirais e brises. Desta forma, auxilia a tomada de decisão quanto ao controle da insolação por meio de dispositivos de proteção, escolhendo a

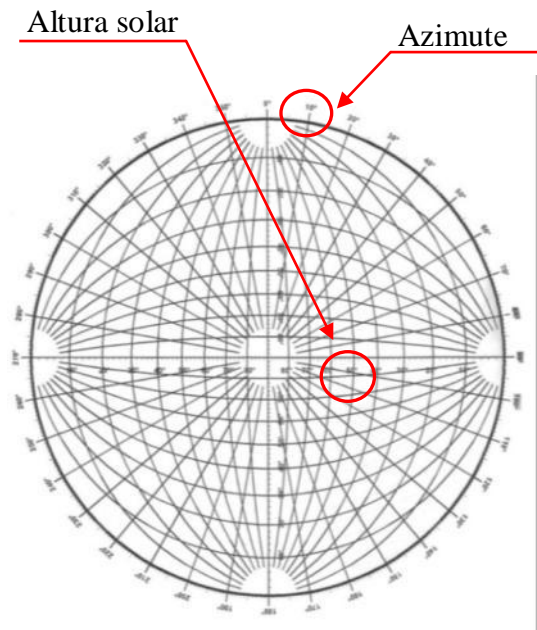
região do céu que considera importante “mascarar” para sombrear e reduzir os ganhos de calor solar (FROTA, 2004).

Figura 34- Transferidor de coordenadas solares, azimutes e de altura solar, em projeção estereográfica



Fonte: FROTA, 2004, p.57, adaptado pela autora

Figura 35- Gráfico auxiliar para o traçado de máscaras (360°), medidores de ângulos verticais (frontais e laterais) e ângulos horizontais.

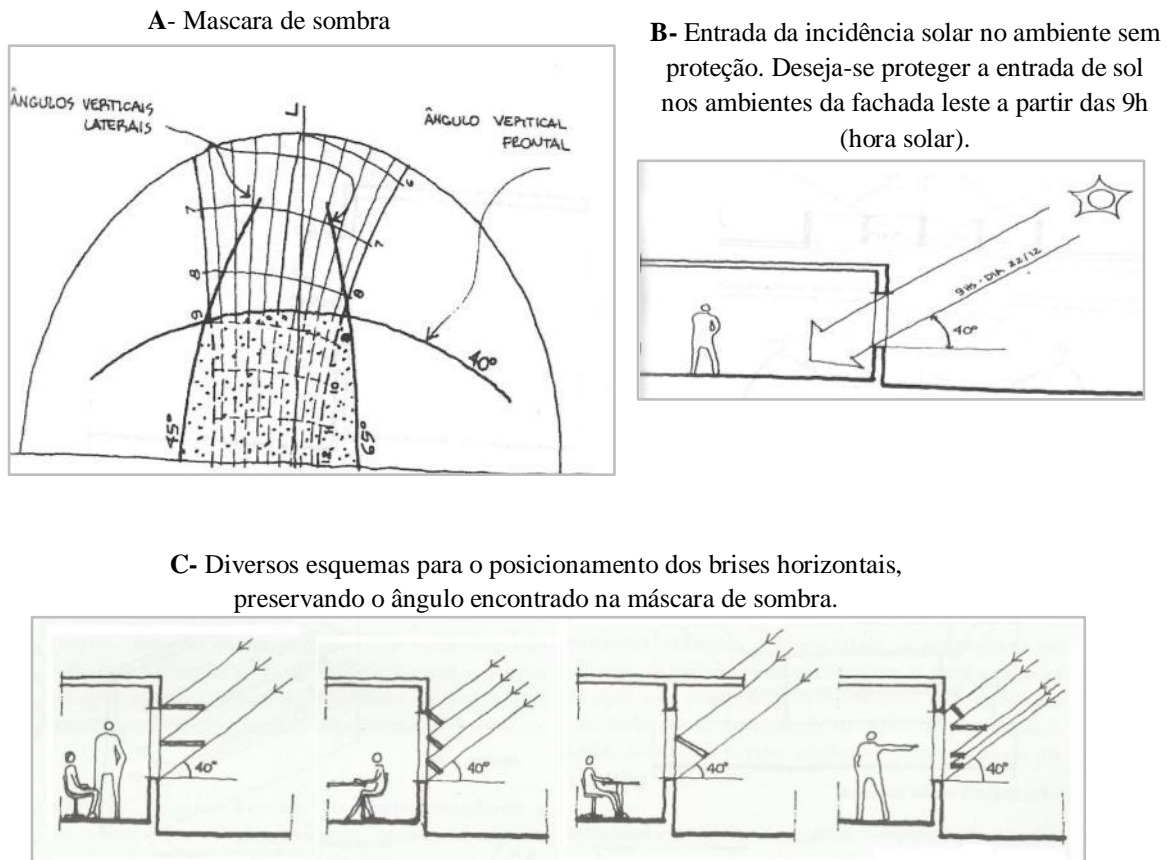


Fonte: FROTA, 2004, p.242, adaptado pela autora.

A figura 36 exibe, em hachura, a máscara de sombra de uma fachada orientada para o Leste (figura 36A), cuja proteção almejada é de 9h às 12h. Os ângulos encontrados (verticais laterais e frontais) foram determinados conforme a carta solar e medidores de ângulos. Observa-se que o ângulo vertical frontal achado foi de 40° , e corresponde à angulação necessária aos brises (por exemplo) para proteger a abertura da incidência solar direta, visto a posição solar no período de proteção requerida. Sem a proteção solar, o sol passaria a entrar no ambiente de forma direta (figura 36B). Vale lembrar que uma mesma máscara de sombra pode gerar diversos tipos de protetores (figura 36C), desde que obedeça a angulação necessária para o mascaramento.

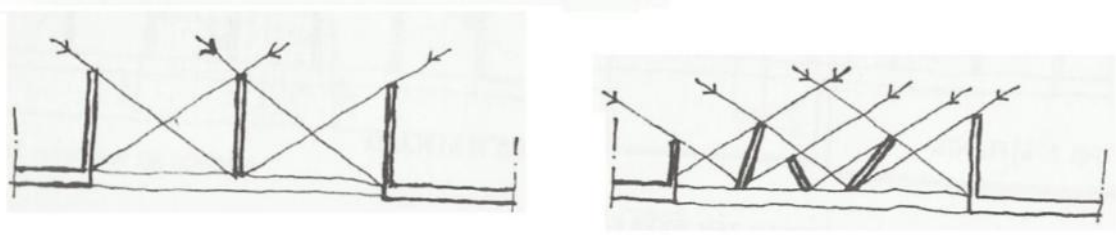
A figura 37 expõe dois exemplos para os brises verticais na qual, em cada modelo, foi conservado o ângulo de incidência solar e, diferenciado apenas o posicionamento das aletas.

Figura 36- Esquema exemplificando o uso de máscara de sombra



Fonte: Bittencourt, 2004.

Figura 37- Exemplo de variação no posicionamento das aletas de brises verticais fixos, para uma mesma máscara de sombra.



Fonte: Bittencourt, 2004.

O posicionamento das lâminas não é a única variante necessária para garantir a eficiência dos elementos de proteção. O profissional precisa ainda considerar as características do edifício, o uso dos espaços, a conformação do entorno e a escolha do material (SILVA & AMORIM, 2008). Quando os materiais e acabamentos para os brises são

empregados adequadamente, podem representar um recurso agregador para o controle da insolação e do calor. Os materiais mais encontrados são concebidos em placas de concreto armado, chapas de aço, perfis de alumínio, ou chapa de aço perfurada, podendo ainda utilizar materiais transparentes ou translúcido, como vidros e policarbonato (FROTA,2004). Elementos maciços de grandes espessuras possuem grande inércia térmica e com isso, retém mais calor. Promover lâminas de baixa espessura contribui para dissipar rapidamente para o exterior o calor absorvido (CORBELLA, 2003).

O que determinará a escolha dos acabamentos é a quantidade e qualidade luminosa e térmica desejada. É importante integrar, o quanto antes, a luz ao projeto arquitetônico, definindo a luminância necessária ao ambiente antes da escolha das cores (MARTINS, 2004), pois, como visto no item 2.1.3, superfícies translúcidas e opacas recebem a radiação luminosa de forma distinta. Cada material empregado dispõe de diferentes quocientes para a absorvência à radiação solar (α)⁶, refletância à radiação solar (ρ)⁷, e condutividade térmica (γ)⁸.

Ao conhecer sobre suas múltiplas possibilidades de combinações e acabamentos, o profissional tem a possibilidade de conceber projetos de brises eficientes, que venha a combinar eficiência com proteção, privacidade, ventilação e durabilidade. Podendo ainda acrescentar a visibilidade, luminosidade, plasticidade, e os custos com implantação e manutenção (BITTENCOURT, 2004). Quanto à manutenção, Gelbcke et.al (2012,p.15) lembra:

É preciso fazer com periodicidade a manutenção adequada dos brises, pois a falta dessa pode comprometer a eficiência da proteção solar ou até gerar problemas estruturais no mesmo. A manutenção em geral é simples e varia de acordo com o material utilizado.

Este capítulo mostrou que os brises, capazes de controlar a passagem dos ventos, são apresentados na arquitetura moderna como também um dos dispositivos arquitetônicos mais indicados para atenuar a ação do sol, controlando a entrada de luz solar direta. Por outro lado, algumas edificações utilizam os brises de forma equivocada, passando a representar um

6 Absortância- quociente que relaciona a taxa de radiação solar absorvida por uma superfície em função da taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície (ABNT,2005).

7 Refletância- quociente que relaciona a taxa de radiação solar refletida por uma superfície em função da taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície (ABNT, 2005).

8 Propriedade física de um material homogêneo e isotrópico, no qual se verifica um fluxo de calor constante, com densidade de 1 W/m², quando submetido a um gradiente de temperatura uniforme de 1 Kelvin por metro (ABNT,2005).

simples elemento estético de composição da fachada. Isso sucede, muitas vezes, em decorrência da falta de desenvolvimento de protetores solares externos compatíveis com as condições climáticas do local, e do possível desconhecimento por parte de alguns profissionais em inseri-lo como elemento ambiental e arquitetônico.

3 METODOLOGIA

Este capítulo aborda as etapas metodológicas envolvidas, descrevendo as técnicas e os parâmetros utilizados, para a avaliação das condições de iluminação natural em ambiente de internação coletiva hospitalar (enfermaria) com uso de dispositivos de proteção solar vertical móvel nas aberturas.

Como mencionado no tópico 2.2.7 (capítulo 2), a especificação adequada de um protetor solar deve considerar, entre outros fatores, a forma, material, eficiência e durabilidade. Neste trabalho, são analisados o material de acabamento, o posicionamento das aletas e a eficiência dos protetores solares, correlacionando ambos, quanto à distribuição e à Iluminância Útil de Luz Natural (IULN) no interior do ambiente. As disposições das aletas dos protetores foram apresentadas de modo que atuassem proporcionando sombra nas aberturas (janelas) durante todos os dias e meses do ano.

Para tal abordagem foi utilizado como ferramenta o programa de simulação computacional TropLux 6. Os resultados encontrados permitiram aferir as condições de iluminação natural no ambiente e assim, realizar uma avaliação quantitativa e qualitativa da eficiência dos protetores solares no local de estudo e em quatro orientações propostas. Apesar de importantes, as características térmicas e acústicas não foram abordadas neste trabalho, pois o mesmo deteve-se no estudo dos protetores quanto ao desempenho luminoso apresentado no ambiente.

3.1 ETAPAS METODOLÓGICAS

Para atender aos objetivos propostos, a metodologia foi estruturada na escolha de um objeto de estudo, na realização de visitas de campo para levantamentos e observações diretas com registro fotográfico, e em simulações realizadas através do software TropLux 6. Esse último atuou como instrumento e possibilitou achar valores que tornasse possível analisar o comportamento da luz natural no ambiente, nas tipologias propostas, nos tipos de céu mais frequentes em Maceió e em todos os dias do ano, no intervalo de 8h às 16h.

3.1.1- Escolha do objeto de estudo;

A metodologia de abordagem desta pesquisa teve início com a escolha do Hospital Universitário Professor Alberto Antunes (HUPAA), por tratar-se de um estabelecimento

assistencial público de saúde na cidade de Maceió-AL cujas fachadas apresentam brises verticais móveis. A partir daí, visitas foram realizadas para o reconhecimento dos ambientes que apresentavam brises nas janelas, escolhendo assim os quartos de enfermarias como objeto de estudo. Conservando as características físicas do ambiente, foram criados modelos tridimensionais no software TropLux 6, ferramenta utilizada nas simulações computacionais desta pesquisa. Através dos resultados fornecidos pelo programa foi possível avaliar as condições de iluminação natural no ambiente em estudo.

3.1.1.1 Localização e características de Maceió;

Maceió é uma cidade litorânea, capital do estado de Alagoas. Situada a leste do estado, e localizada a 9°40' de latitude Sul e 35°42' de longitude Oeste, apresenta clima tropical quente-úmido, com sol praticamente durante todo o ano. O período de insolação, em horas por mês, é maior durante os meses de menor precipitação de chuva, ou seja, nos meses de janeiro a março, e de outubro a dezembro. Menor insolação acontece de abril a julho, época que apresenta maior nebulosidade e maior precipitação de chuva. A nebulosidade em Maceió apresenta-se com predominância de 61,8% para o céu parcialmente nublado, seguido de céu encoberto (25,8%) e céu claro (12,4%) (CABUS, 2002).

A grande disponibilidade de luz solar, característica das regiões de clima tropical, possibilita o surgimento de estratégias para o aproveitamento da iluminação natural em ambientes internos, de modo a influenciar no conforto dos usuários e na diminuição de gasto com energia elétrica nas edificações.

3.1.1.2 O Hospital escolhido

Como ponto de partida para a pesquisa, optou-se por escolher um hospital público que prestasse um trabalho assistencial com atendimento aos pacientes do SUS, com diversidade em sua estrutura física e principalmente com uso de elementos de proteção solar na fachada. A disponibilidade de acesso ao interior da edificação e ao projeto também contribuiu para o estudo do ambiente em hospital público de ampla assistência médica ao estado.

O Hospital Universitário Professor Alberto Antunes (HUPAA) está localizado na Cidade Universitária (figura 38) e tem sua história voltada para a consolidação do ensino, pesquisa e assistência na área da saúde. Intitulado inicialmente de Hospital Universitário (HU), teve seu nome alterado no início do séc. XXI para Hospital Universitário Professor

Alberto Antunes. Em 2004, foi certificado pelos Ministérios da Saúde e da Educação como Hospital de Ensino Universitário Federal. Em 2009, o 2º convênio entre a Prefeitura de Maceió, Secretaria Municipal de Saúde de Maceió, e a Universidade Federal de Alagoas, evidenciou o papel a instituição como prestadora de assistência em média e alta complexidade, voltado às demandas do estado e fortalecendo o Sistema Único de Saúde (SUS) (HUPAA, 2013). Atualmente o hospital é visto como referência no estado. Atua como um órgão suplementar da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), com ações que abrangem as áreas de ensino, pesquisa e assistência não só à comunidade assistida pelo SUS em Maceió, mas também a pacientes das cidades do interior de Alagoas. A área construída de aproximadamente 30.000 m² e os 200 leitos operacionais, oferece em torno de 50 especialidades médicas e serviços referenciados pelos SUS (Sistema Único de Saúde) (HUPAA, 2013). A figura 41 sinaliza os pontos de entrada para o hospital bem como as vias principais de acesso.

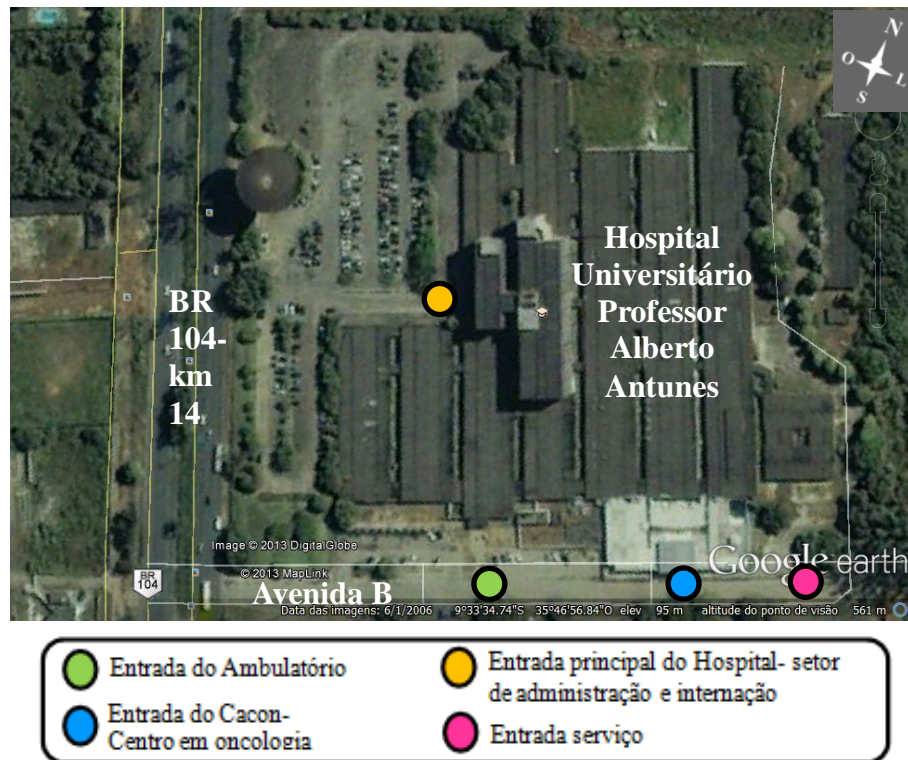
Figura 38- Imagem da fachada do ambulatório do Hospital Professor Alberto Antunes.



Fonte: Acervo autora, 2014

Sua estrutura física, idealizada no período da arquitetura moderna, passou por pontuais reformas desde sua inauguração. Por esse motivo, foi necessária a realização de uma pesquisa documental inicial, a fim de coletar informações atualizadas sobre suas características físicas e funcionais, o que tornou possível a visualização de todo o complexo arquitetônico da edificação escolhida.

Figura 39- Imagem aérea de satélite do HUPAA, com localização das entradas do hospital e dos blocos de enfermarias.



Fonte: Google Earth, 2013, adaptada pela autora.

Figura 40 -Foto da entrada principal do hospital- setor de administração e internação, cujo acesso ocorre pela BR 104.



Fonte: Acervo autora, 2013.

Figura 41- Foto da entrada do ambulatório, cujo acesso ocorre pela Rua 'B'. Detalhe para os brises móveis (ver orientação dessa fachada SEE na figura 41).



Fonte: Acervo autora, 2013.

É possível observar nas figuras 40 e 41, a caracterização de partes da fachada com uso de brises verticais móveis. A presença de tais elementos dispostos de forma aleatória (figura

41), ou seja sem uma angulação específica padronizada, foi um dos fatores que contribuiu para a escolha desta edificação. Em conversa informal, profissional do setor de engenharia do hospital afirmou que os brises existem desde a inauguração do hospital.

A fachada ENE (figura 42) é a única que apresenta brises móveis em toda sua composição, atrás deles estão localizadas as aberturas (janelas) das enfermarias. A fachada OSO, apresentada na figura 40, intercala áreas de brises com janelas. Nas demais fachadas, os brises não são encontrados, provavelmente em terem sido retirados. Segundo a equipe de apoio da engenharia, em alguns trechos, a ausência dos brises decorre do fato de terem sido retirados para o conserto, sem sua reposição posterior. As orientações das fachadas (azimutes) estão representadas através de linhas coloridas na figura 43 (imagem da direita).

Figura 42- Foto da fachada ENE (ver orientação dessa fachada na figura 39).



Fonte: Acervo autora, 2013.

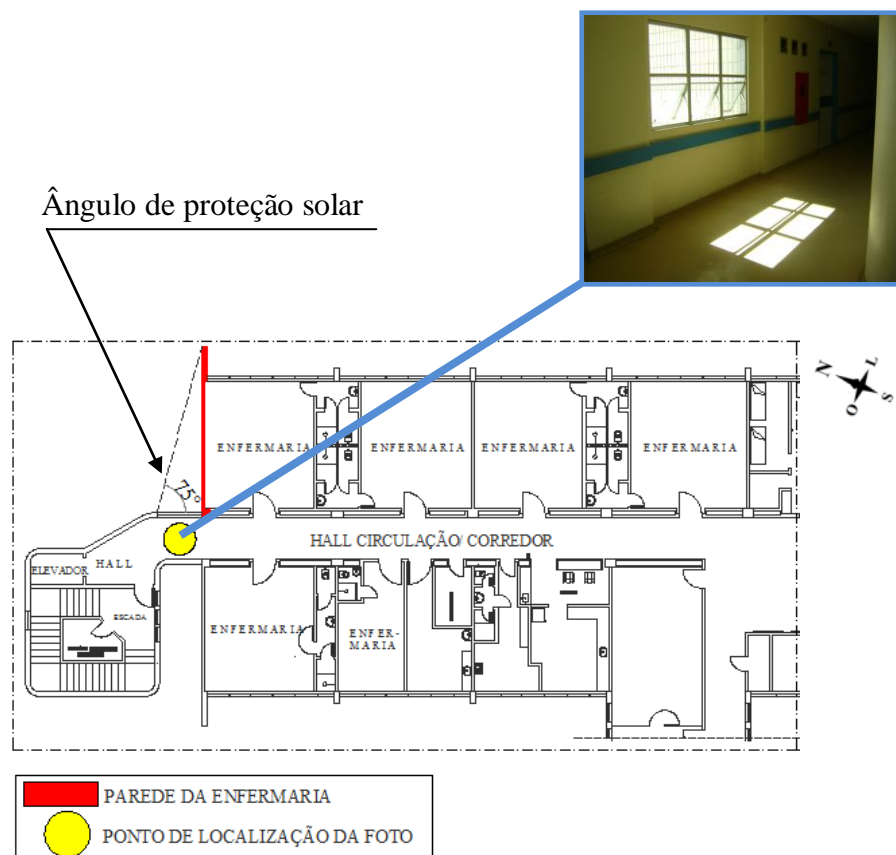
Figura 43- Imagem aérea de satélite do HUPAA, com localização das fachadas (imagem à esquerda), e orientação das fachadas (imagem à direita). As linhas coloridas representam as respectivas fachadas na imagem aérea.



Fonte: Google Earth, 2013, adaptada pela autora.

O projeto arquitetônico do hospital foi cedido pelo setor de engenharia do local, após a autorização solicitada à direção de ensino, pesquisa e extensão do HUPAA/UFAL. Essa autorização foi imprescindível para a realização de visitas “*in-loco*”, onde a análise dos ambientes pôde ser feita através de observações técnicas. Nelas, houve o emprego de ferramentas como anotações, levantamento de campo, conversas informais, observações e registro fotográfico, sempre preservando a identidade dos usuários e funcionários ali presentes. Esse reconhecimento do ambiente de estudo, aplicada como instrumento em métodos de Avaliação Pós-Ocupação⁹ (APO), permitiu levantar dados importantes para auxiliar a compreensão do espaço e a identificação de características específicas, quanto ao espaço e às tarefas ali desempenhadas, no que se relaciona à captação de luz natural no

Figura 44- Planta baixa (4º e 5º pavimentos) e foto da incidência solar na janela do corredor. Destaque para ponto de localização na qual foi tirada a foto e a parede da enfermaria, que atua como barreira na incidência solar.



Fonte: acervo autora, 2013.

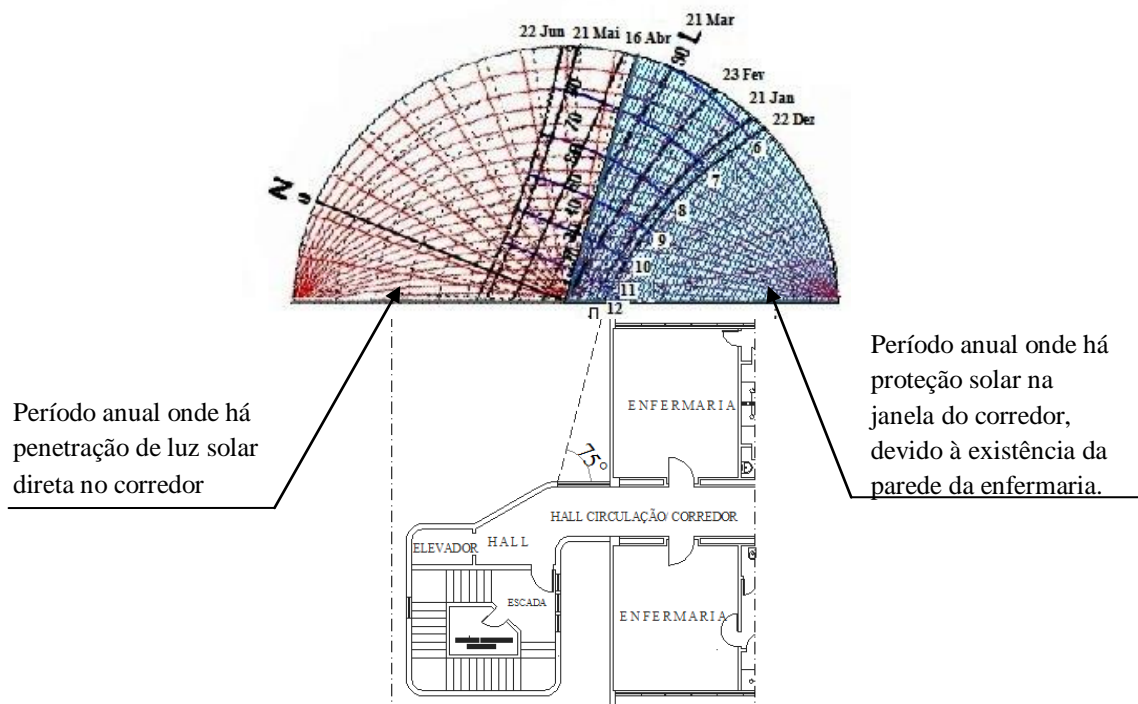
⁹Segundo Machado et.al (2008): “A APO consiste, então, em um conjunto de técnicas sistematizadas de levantamento de dados relativos ao espaço construído, as quais devem possibilitar também captar o contexto no qual o usuário está inserido, para que então, haja mais eficácia no trabalho posterior de interpretação e análise”.

interior da edificação. No projeto cedido não consta a localização dos brises existentes, sendo necessárias medições no local para atualização do projeto.

Na primeira visita ao setor das enfermarias, foi possível notar a penetração de luz solar direta, de forma intensa, na janela do corredor de acesso aos quartos, no horário da manhã (figura 44). Na planta é possível observar que a parede externa da enfermaria, localizada à direita da janela do corredor, atua como uma barreira solar. Um ângulo de 75° , formado entre a janela e a extremidade da parede, proporciona sombra ao ambiente nos horários aproximados de 05h30m às 12h. Nas demais épocas do ano, apenas o uso dessa barreira não é suficiente para impedir a incidência solar direta ao interior do ambiente. Isso pode ser visto na máscara de sombra, exposta na figura 45.

Diante disso, chamou atenção o fato de que essa abertura está localizada na mesma fachada das janelas das enfermarias, o que representaria entrada de radiação direta também naqueles ambientes. Por tratar-se de um local de grande permanência de usuários, que estão em processo de tratamento, esta observação foi importante para a escolha do ambiente a ser estudado. A falta de elementos de controle solar, ao facilitar o ingresso de radiação solar direta, poderia contribuir para gerar contrastes excessivos e ofuscamentos aos usuários, e interferir na sua recuperação.

Figura 45-Planta e máscara de sombra da janela do corredor (67° de azimute). Destaque para as áreas em que há proteção e penetração de luz solar no ambiente.



Fonte: acervo autora.

3.1.1.3 Critérios de escolha do ambiente

O local escolhido, a servir de referência para o estudo, consiste em espaços de internação coletiva (enfermaria adulto). Essa escolha resultou da busca por uma tipologia que abrangesse as seguintes características:

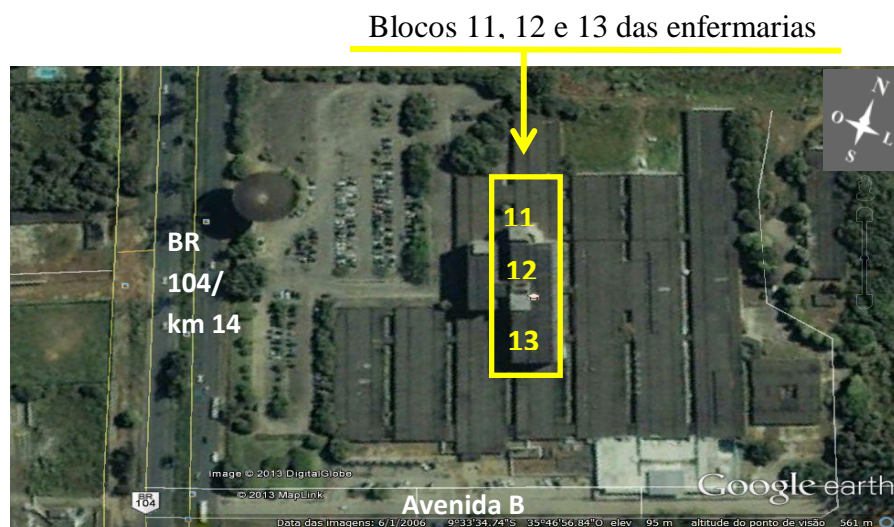
- Presença significativa de luz natural no ambiente;
- Uso de elementos de proteção solar na(s) abertura(s);
- Padronização arquitetônica dos ambientes, com planta recorrente na edificação escolhida e uso de janelas com mesma tipologia dispostas em única fachada;
- Ambientes de internação com atendimento de maior permanência aos usuários do SUS (Sistema Único de Saúde);

Agregado às características citadas acima, está a intenção em estudar um ambiente cujo espaço venha a abranger o maior número possível de usuários desempenhando a mesma tarefa. Com isso, a pesquisa pretende contribuir para proporcionar ambientes mais humanizados a um maior grupo de usuários em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS).

3.1.1.4 Ambiente escolhido

As enfermarias coletivas de adulto do hospital estão distribuídas no 4º e 5º pavimentos dos blocos 11, 12 e 13 (figura 46). Sua função está condicionada à recuperação dos pacientes

Figura 46- Foto aérea do HUPAA com destaque nos blocos 11, 12 e 13 das enfermarias.



Fonte: Google Earth, 2013, adaptada pela autora.

(usuários) do SUS, onde a internação acontece a curto e médio prazo. Cada andar comporta um extenso corredor que “divide” o pavimento em dois lados. De um lado, espaços destinados às enfermarias e do outro, os ambientes destinados à área médica e serviço (figuras 47 e 48). Dos três quartos de enfermarias que se incluem nesta última área (médica e serviço), dois apresentam planta incluída no dimensionamento padrão dos quartos da enfermaria do edifício, explicitadas mais adiante.

Figura 47- Planta baixa repartida (lado ESQUERDO) para facilitar visualização, com demarcação das áreas das enfermarias (4° e 5° pavimentos). Sem escala.

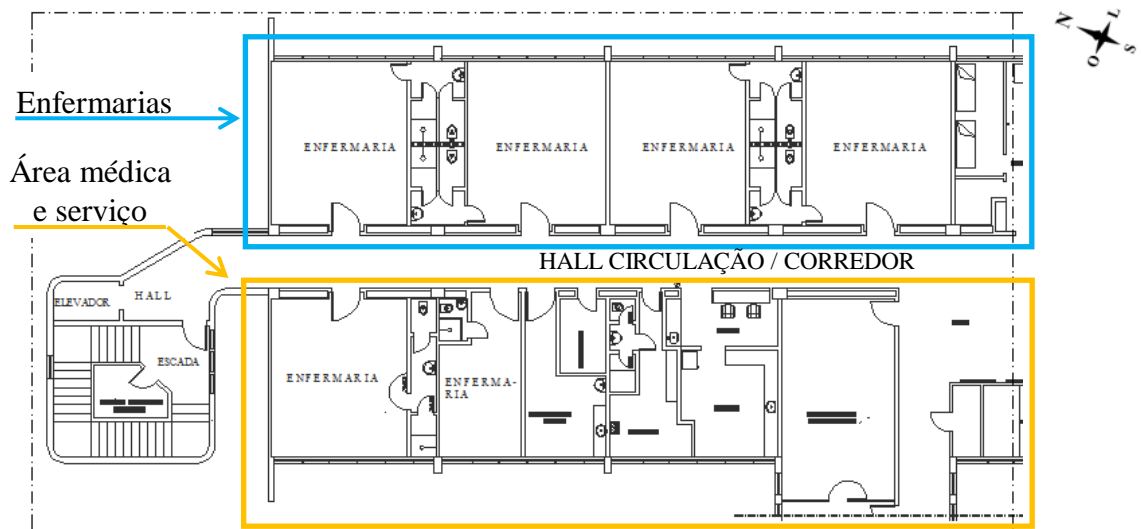
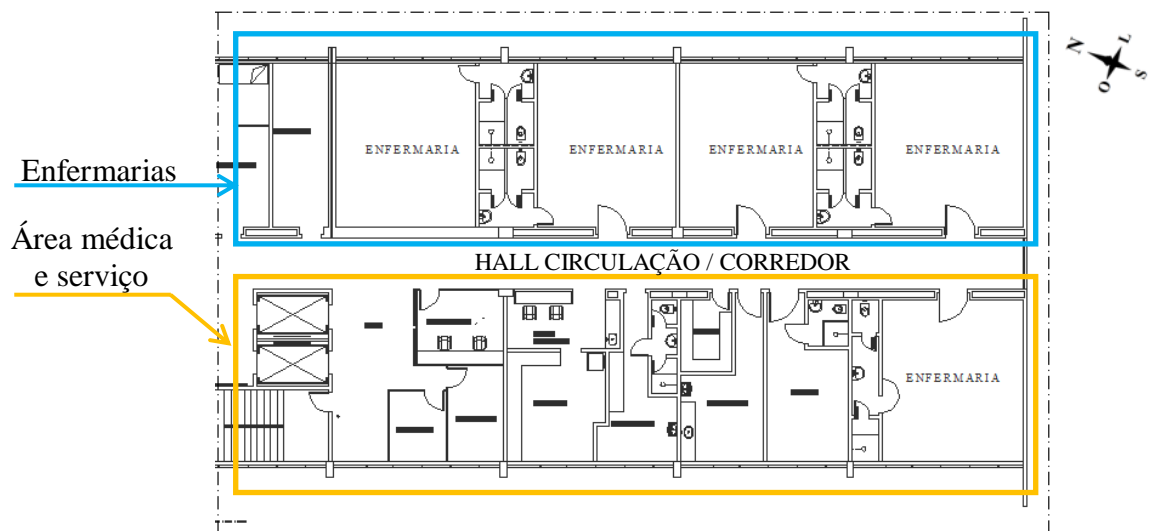


Figura 48- Planta baixa repartida (lado DIREITO) para facilitar visualização, com demarcação das áreas das enfermarias (4° e 5° pavimentos). Sem escala.



Na primeira visita foi possível observar que o hall de circulação possui poucas janelas para o exterior da edificação. A principal fonte de iluminação natural está na luz que provém da porta dos quartos, quando as mesmas encontram-se abertas. Na figura 49, correspondente a uma foto tirada no período da manhã, é possível observar que não houve a necessidade de acionar as luminárias para complementação da luz natural, no momento em que as portas dos quartos estão abertas (início do hall/corredor). Por outro lado, no final do corredor pode-se ressaltar que as luminárias encontram-se ligadas durante o dia, mesmo contendo uma janela para o exterior, o que pode significar uma maior necessidade de complementação da iluminação quando as portas dos ambientes estiverem fechadas.

Figura 49- Foto do hall de circulação/ corredor do 4º pavimento do HUPAA.



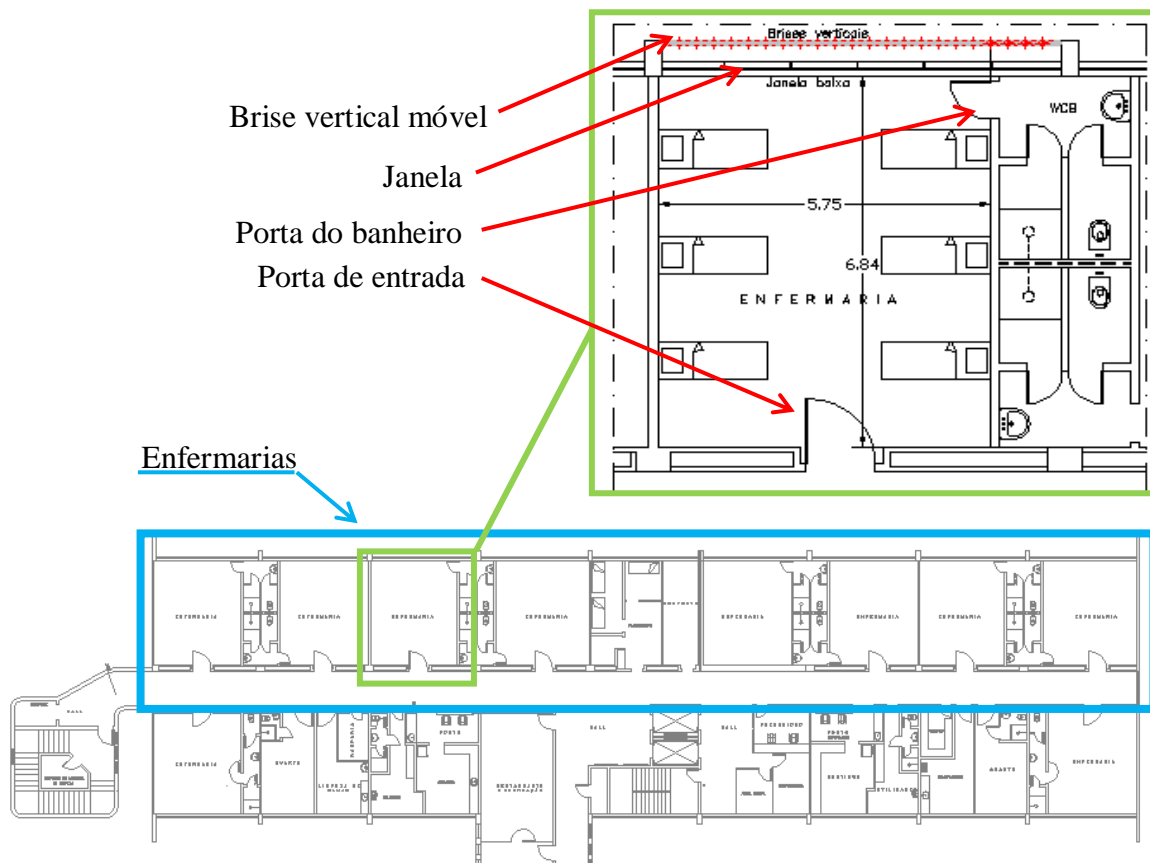
Fonte: Acervo autora, 2013.

Os quartos de enfermarias (figura 50) tem capacidade para seis leitos e apresentam características físicas padronizadas em sua composição. Sua planta totaliza 39,33m² de área com 5,75m (largura), 6,84m (comprimento) e pé-direito de 2,85m, dimensionamentos que foram utilizados como protótipo para as simulações. Uma porta de entrada, um banheiro para uso exclusivo do paciente e única abertura (janela) para o exterior da edificação complementa a configuração de sua planta. Esta última vem disposta em uma única fachada e acompanhada de brise vertical móvel, a ser detalhado posteriormente neste trabalho.

Vale mencionar que a área dos quartos está enquadrada no dimensionamento apontado na resolução da RDC n°50/02 (ANVISA, 2002) e no SomaSUS (BRASIL, 2013), que

determinam para enfermaria de adulto uma área de 6m² por leito. Ao tratar-se de 6 (seis) leitos, a área mínima atinge os 36m². Por esta razão, suas características físicas, como tamanho e acabamento, servirão de parâmetros nas simulações a serem realizadas.

Figura 50- Setorização e planta baixa dos quartos da enfermaria, no 4º e 5º pavimento. Sem escala.

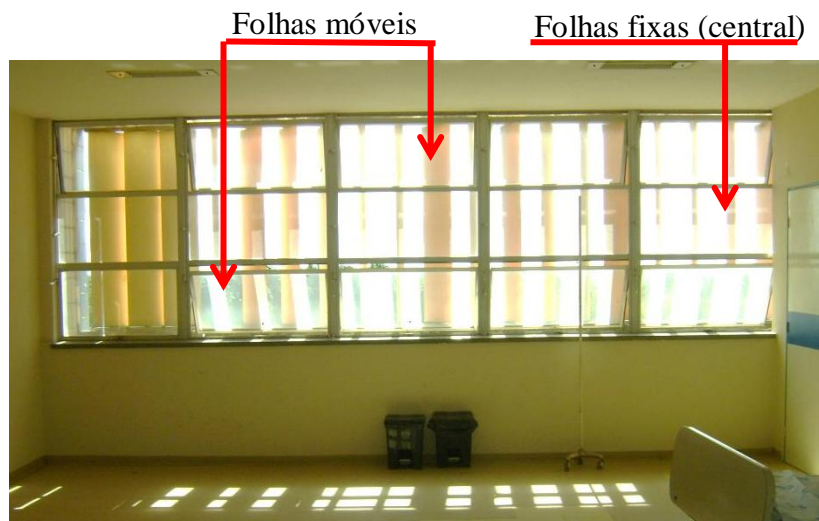


A forma retangular da planta, com abertura apenas no lado de menor comprimento, representa uma tipologia comum em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde e uma das situações mais críticas a ser simulada em estudos relacionados à iluminação natural. Isso porque, em locais com grande profundidade, na medida em que há o afastamento da janela, a quantidade de luz no ambiente vai diminuindo e, assim, ambientes com esta disposição podem ter distribuição luminosa prejudicada no lado oposto à janela. Segundo Bittencourt (2004), em ambientes com ausência de proteção solar, essa forma pode acarretar em um forte contraste, devido ao alto nível de iluminância das áreas próximas à abertura em comparação com as mais afastadas delas.

Quanto aos acabamentos, o quarto dispõe de piso em granilite bege, paredes em tinta acrílica bege fosca e teto em tinta látex branco fosco. Esta configuração, bem como as demais características físicas do ambiente, foi utilizada como parâmetros fixos nas simulações.

A única abertura para o exterior consiste em uma esquadria (janela) com 1,80m de altura e peitoril de 1,05m. Sua composição em vidro com perfil de alumínio ocupa todo vão de 5,75m (largura), e encontra-se dividida em 15 folhas (figura 51). O conjunto dispõe de folhas fixas e móveis, com sistema abertura no sentido horizontal do tipo basculante. Na parte móvel, o controle de abertura e fechamento está separado por agrupamento de duas em duas folhas, o que facilita o manuseio pelos usuários e promovem o acesso aos brises externos existentes. Na simulação foi considerada janela única composta de vidro transparente.

Figura 51- Foto da janela de um dos quartos das enfermarias.



Fonte: Acervo autora, 2013.

No período diurno, em horas de baixa luminosidade no ambiente, a iluminação natural muitas vezes necessita ser complementada pelos meios artificiais, para atingir o nível de iluminação adequada e suficiente para o desempenho das atividades. Atualmente, existem nas enfermarias dois tipos de luminárias: as luminárias de embutir, com lâmpadas fluorescentes tubulares, que atuam na iluminação geral do recinto; e uso de luminárias do tipo spot, ao lado das camas, com lâmpadas incandescentes, para iluminação específica. Apesar de ter sido observada a utilização da iluminação artificial em algumas horas do dia, acredita-se que este fato pode ter relação com o fechamento aleatório dos brises. De qualquer forma, a

contribuição das luminárias na disponibilidade de luz no ambiente não será avaliada neste trabalho, visto que o estudo está direcionado para fatores relacionados à iluminação natural.

3.1.1.5 Brises existentes no objeto de estudo

Como mencionado anteriormente no tópico 3.1.1.2, duas fachadas contêm brises em sua composição: a fachada OSO, no bloco 13 (figura 52), e a fachada dos blocos 11, 12 e 13 (figura 54), na fachada ENE¹⁰. Os brises originais estavam presentes em todas as janelas da fachada OSO, no entanto possivelmente alguns foram retirados para conserto e não foram reinsertidos (figura 52 e 53).

Figura 52- Foto fachada OSO, com destaque para o brise do bloco 13 e as janelas sem brises.



Fonte: Acervo autora, 2013.

Figura 53- Foto da enfermaria onde os brises não foram repostos.



Fonte: acervo autora, 2014.

Figura 54- Foto fachada ENE- blocos 11, 12 e 13.



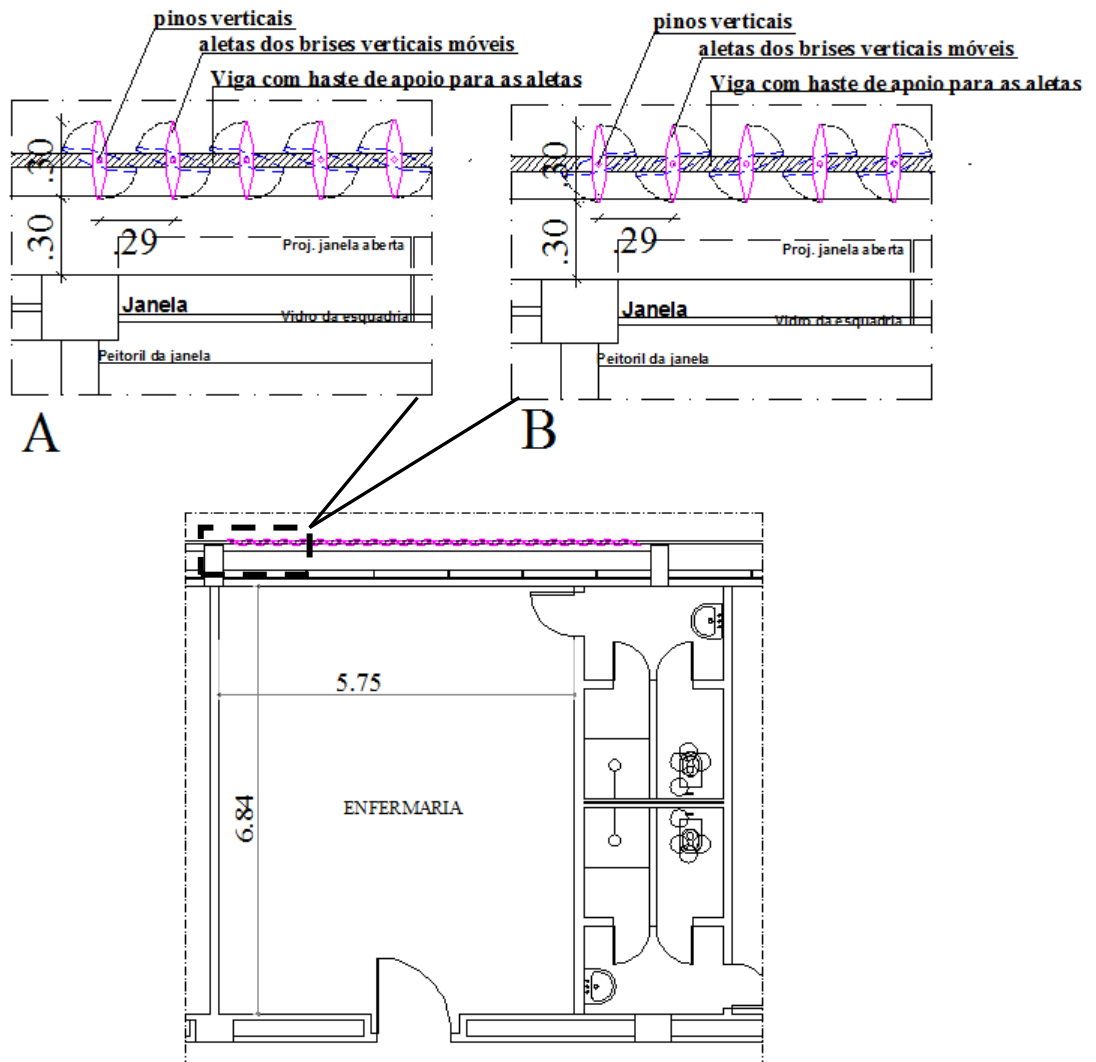
Fonte: acervo autora, 2013.

¹⁰ Ver localização e orientação das fachadas ENE e OSO na figura 40 e 41 (p.61).

O modelo utilizado na edificação corresponde ao tipo vertical com possibilidade de controle manual de suas aletas, dispostos na única abertura (janela) do ambiente que faz comunicação com o exterior.

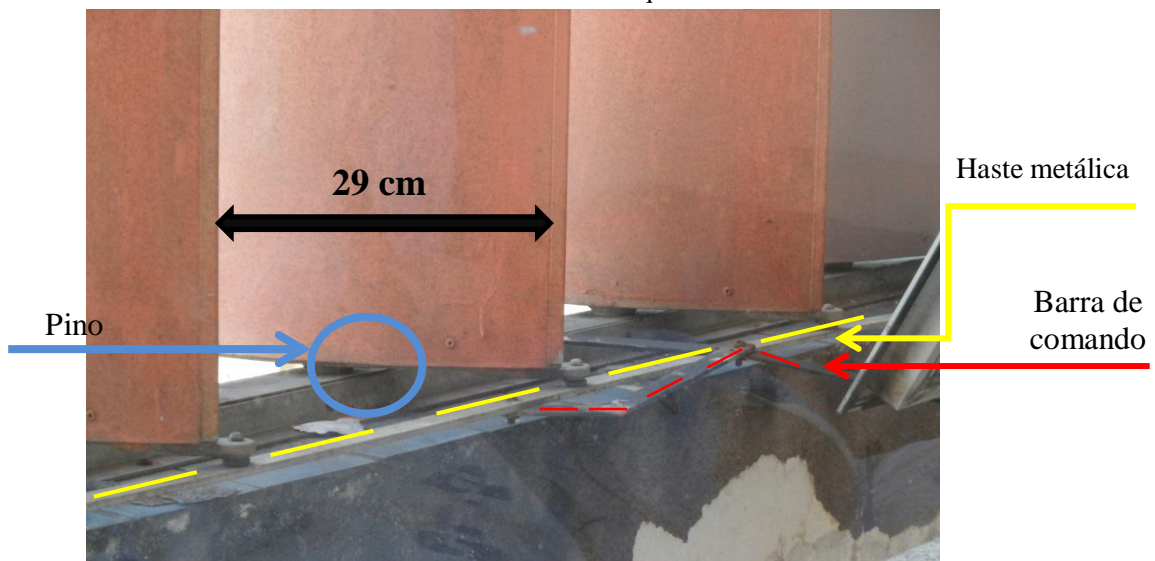
As lâminas verticais em chapa de aço galvanizado e pintura na cor bege possuem 30 cm de largura e 1,80m de altura, com 6 cm de espessura central, e estão apoiadas em hastes metálicas sobre vigas de concreto (figura 55). O mecanismo de engrenagem do sistema é composto por pinos, com eixo no sentido vertical, por haste metálica para apoio das aletas, e por barra de comando. Em cada aleta existem dois pinos, fixados na sua extremidade inferior e superior, que possibilitam a rotação das lâminas sem o deslocamento de seu eixo central. A união das placas é feita a partir de uma barra de comando, onde uma haste metálica fixada no

Figura 55- Planta baixa com destaque para a possibilidade de rotação das aletas para a esquerda (A) e direita (B).



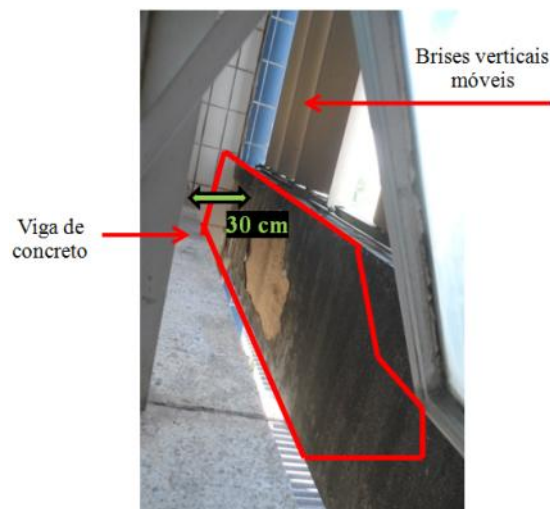
canto inferior das aletas permite o controle em grupamentos de doze em doze aletas, com afastamento de 29 cm entre elas (figura 56). O usuário, através da esquadria, pode manipular o brise e, assim, direcioná-lo com ângulos próximos a 180 graus, sendo em torno de 90° para esquerda (figura 55A) e 90° para direita (figura 55B). Distantes 30 cm do peitoril da janela (figura 57), as vigas em conjunto com os brises, foram idealizadas na concepção do projeto original do hospital e, até hoje, fazem parte da composição plástica fachada.

Figura 56- Foto das engrenagens dos brises do Hospital Professor Alberto Antunes .com marcação da barra de comando e haste que une as aletas.



Fonte: Acervo autora, 2013.

Figura 57 -Foto da viga que apóia os brises.

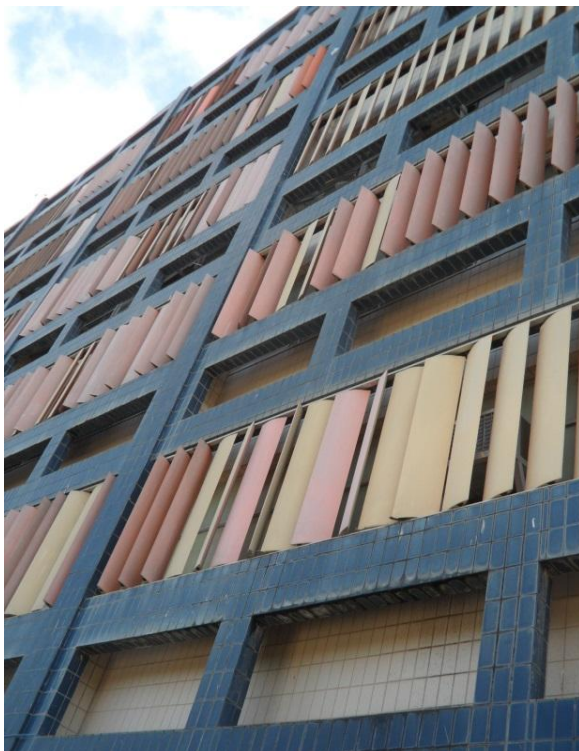


Fonte: Acervo autora, 2013

No HUPAA a mobilidade das aletas, considerada uma das principais características do brise móvel, encontra-se inviabilizada e com certa dificuldade para manuseio, ocasionada em grande parte pelo desgaste natural das engrenagens. A necessidade de revisões periódicas e o alto custo de manutenção também podem ter contribuído para esse quadro. A barra de comando, que comporta o peso das doze lâminas, encontra-se danificada e, na maioria dos casos, sem funcionar corretamente. O acesso à barra de comando torna-se dificultado uma vez que a janela, do tipo basculante, abre para o exterior do ambiente, restando apenas um pequeno espaço para manuseio do usuário. Isso pôde ser detectado nas visitas realizadas, através das observações diretas e nas conversas informais com os funcionários.

Outro ponto a ser destacado diz respeito ao posicionamento das aletas dos brises. Na figura 58 é possível observar a aleatoriedade na disposição das aletas, provavelmente em decorrência da dificuldade de manuseio por parte dos usuários, ou por falta de manutenção periódica do sistema de engrenagem. As formas em que estão dispostas fazem supor que não haja funcionários qualificados para posicionar corretamente as aletas dos brises, a fim de evitar má distribuição e inadequados níveis de iluminação nos ambientes. Nas enfermarias que não possuíam elemento de proteção solar nas janelas, os próprios funcionários e os

Figura 58- Foto das aletas dos brises na fachada ENE



Fonte: Acervo autora, 2013.

Figura 59- Foto de uma janela do quarto da enfermaria. Usuários colocam um tipo de papel para evitar a entrada do sol.



Fonte: Acervo autora, 2013

usuários (pacientes) optaram pela colocação de papel nas janelas, a fim de tentar impedir a entrada de luz solar direta no ambiente (figura 59).

Esses inconvenientes fortaleceram o estudo em questão em procurar, nos elementos de proteção solar móveis, posicionamentos e acabamentos que possam contribuir para proporcionar adequados níveis de iluminação aos ambientes de internação hospitalar.

3.1.2 FERRAMENTA: PROGRAMA DE SIMULAÇÃO TROPLUX 6

Para avaliar o desempenho da iluminação natural no ambiente, foi escolhido como ferramenta o programa de simulação computacional TropLux 6¹¹. A escolha baseou-se na confiabilidade de seus resultados, e na possibilidade em simular as características específicas da iluminação natural no ambiente tropical com um padrão aceitável de erro dentro de um tempo razoável de processamento (CABUS, 2005). Em medições físicas, os resultados tendem a variar de acordo com as condicionantes ambientais ao longo do dia, o que poderia influenciar no resultado, a nebulosidade é um deles. Em dias diferenciados, a nebulosidade tende a se alterar, e com isso necessitaria de um tempo maior de aferição para cada tipo de céu (encoberto, parcialmente nublado e claro). Além disso, por tratar-se de um ambiente onde o usuário está em processo de recuperação, a presença de um pesquisador no momento da medição poderia vir a causar desconforto aos mesmos. Por meio de um programa de simulação computacional pretende-se obter, em razoável espaço de tempo, resultados próximo ao real das condições de iluminação natural no ambiente em distintas orientações, dias e horas do ano, e em variados tipos de céu. Softwares que utilizam arquivo climático se diferenciam dos outros, por poder predizer a quantidade de luz natural em um ambiente no curso de um ano inteiro, não limitando a uma condição de céu determinada (DIDONÉ & PEREIRA, 2009).

O programa TropLux 6 (figura 60), utilizado nesta pesquisa, baseia-se nos conceitos do método Monte Carlo, do método do raio traçado e do conceito de coeficientes de luz natural. O primeiro trata de uma abordagem estatística para solucionar integrais múltiplas. O segundo usa como técnica o caminho de um raio entre superfícies, permitindo dar soluções teóricas simples para geometrias complexas. O último, a partir de uma subdivisão do céu, relaciona a iluminância em uma superfície à iluminância em um plano desobstruído, de forma

¹¹ O Grupo de Pesquisa em Iluminação (GRILU), da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) disponibiliza gratuitamente o TropLux versão nº6, utilizado como instrumento neste trabalho. Como o programa está constantemente em desenvolvimento, novas versões têm sido lançadas periodicamente.

a apontar coeficientes de acordo com a geometria do ambiente, solo, obstruções e refletância das suas superfícies. (CABÚS, 2005). As componentes refletidas externa e interna são calculadas utilizando a subdivisão de céu proposta pela CIE (Comission Internationale de L'Eclairage), na qual o céu é dividido em 145 partes, com subdivisão em 5221 partes, com isso pretende-se melhorar a precisão dos resultados de acordo com o tamanho angular do sol, para o cálculo da componente direta (CABUS, 2002).

Figura 60- Tela inicial do programa TropLux6.



Fonte: TropLux,2012.

O programa é predefinido para um erro de 5%, com nível de confiança de 95% e os dados para análise da nebulosidade em Maceió estão baseados nas informações coletados por uma estação meteorológica situada no aeroporto Zumbi dos Palmares, latitude $09^{\circ}31'S$ e longitude $35^{\circ}47'O$, na mesma cidade (CABUS, 2002).

O TropLux vem sendo utilizado em diversos trabalhos em programas de pós-graduação do Brasil, que inclui teses de doutorado, dissertações de mestrado e artigos científicos publicados em revistas científicas e eventos nacionais e internacionais (CABUS, 2011). Pode-se citar o trabalho de Ramos (2008), na avaliação comparativa de iluminâncias em edificações, e Martins (2011), na compreensão de parâmetros e variáveis que influenciam no desempenho de um poço de luz em um edifício residencial. Em Ramos (2008), os resultados fornecidos pelo TropLux foram comparados com os resultados das simulações de outros dois programas: o Energyplus e o Daysim/Radiance, a fim de avaliar o cálculo de

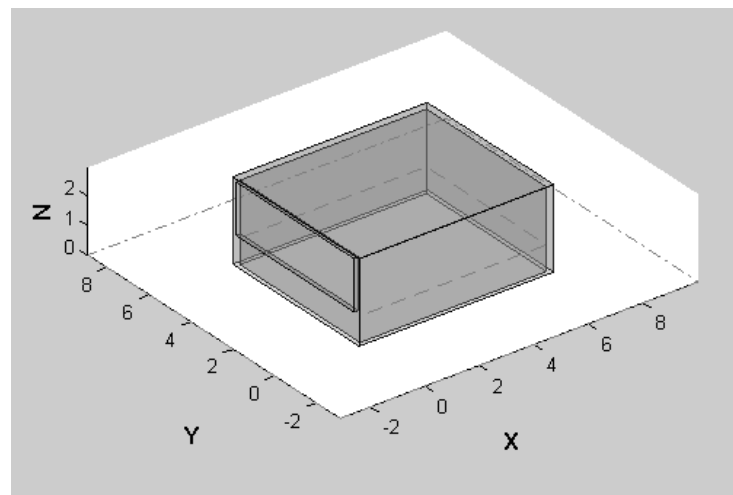
iluminâncias do programa Energyplus. Nas análises, o Fator de Luz Diurna (FLD), nos pontos próximos às aberturas, apresentaram resultados aproximados no Daysim/Radiance e TropLux, diferenciando dos resultados apontados pelo Energyplus. Por outro lado, o Energyplus apresentou resultados de iluminância aproximados ao Daysim/Radiance, provavelmente em decorrência dos tipos de céus utilizados nestes programas (RAMOS, 2008). Como conclusão, as análises apontam restrições ao cálculo de iluminâncias pelo programa Energyplus.

Em Martins (2011), a avaliação com uso do TropLux buscou avaliar a iluminação natural, em função da profundidade do poço de luz em edificação residencial, quanto à distribuição de iluminâncias no ambiente e à influência das refletâncias das superfícies internas do poço e do banheiro na iluminância global média. Constatou-se uma diferenciação da iluminância interna em função da orientação da janela e a variação significativa da contribuição da luz do céu e do sol, para os tipos de céu comuns em Maceió.

Esses trabalhos demonstram a diversidade e riqueza de resultados obtidos pelo programa escolhido (TropLux), apontando o uso do programa como ferramenta confiável de simulação para estudos que abordam iluminação natural.

Para a execução do programa, é necessário criar inicialmente a geometria do ambiente com dimensionamento real das janelas, planos e características dos materiais de acabamentos, bem como sua localização geográfica. Elementos de proteção solar como brises, prateleiras de luz e marquises também podem ser acrescentados. Após inserir esses dados, o ambiente já pode ser visualizado em maquete tridimensional, aferindo a geometria real do espaço. A

Figura 61- Figura tridimensional gerada pelo TropLux. Sem escala .



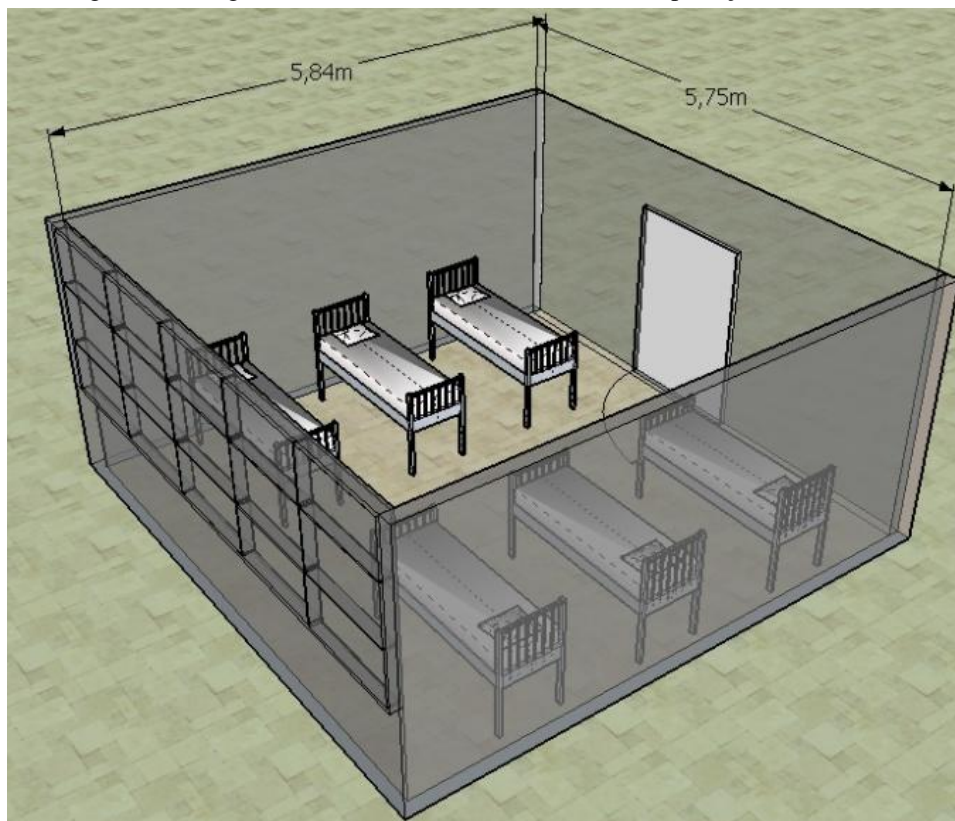
Fonte: TropLux, 2012.

3.2 CARACTERÍSTICAS E DESCRIÇÕES PARA SIMULAÇÕES

A partir das características físicas e especificações técnicas internas, existentes nos quartos das enfermarias do Hospital, foram criados quatro modelos (maquetes tridimensionais) a serem simulados. O que difere os modelos 2, 3 e 4 são as refletâncias e o posicionamento dos brises. Em todas as orientações, as fachadas foram consideradas livres de obstruções.

O *Modelo 1* (figura 63) remete ao ambiente sem protetor solar na janela. Nesta situação, não há obstruções na janela que impeçam, ou dificultem a passagem direta da luz solar no ambiente, visto que não há elementos de proteção solar. Já os *modelos 2, 3 e 4* remetem à utilização de brises verticais externos à edificação, diferenciados pelos posicionamentos das aletas. Para este trabalho, a escolha das angulações levou em consideração o fato de que os protetores verticais têm menor eficiência “quando a incidência se aproxima da perpendicular à fachada” (BITTENCOURT, 2004, p.60). Desta forma, o *Modelo 2* (figura 64) consiste na utilização de brises com eixo de suas aletas formando ângulo

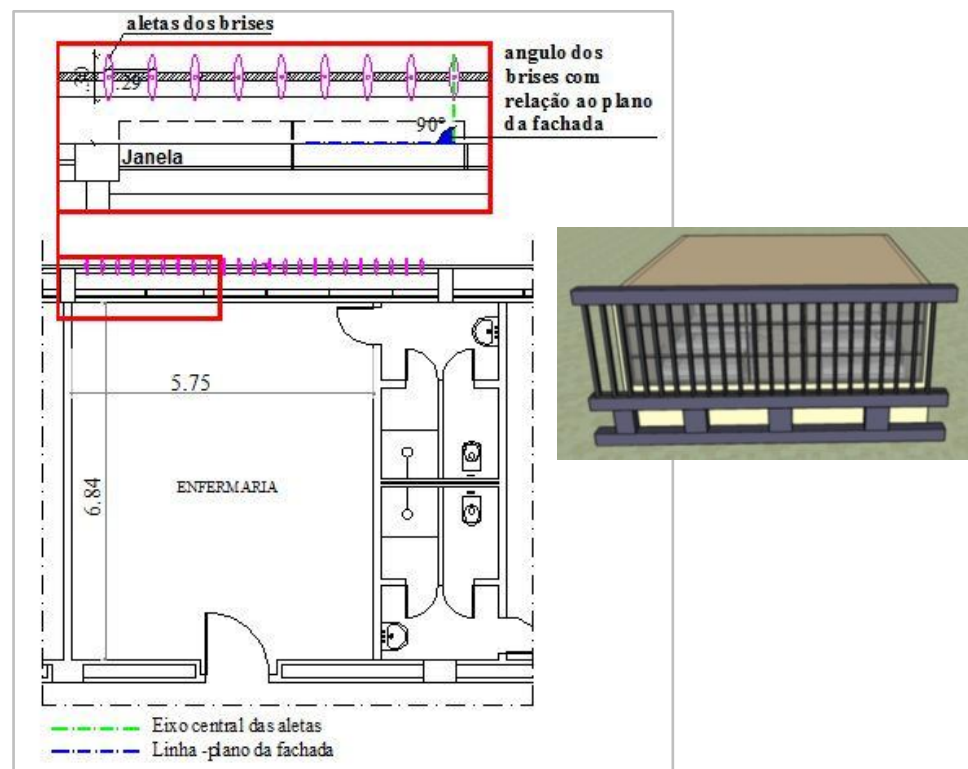
Figura 63- Imagem tridimensional do MODELO 1, sem proteção solar. Sem escala.



Fonte: Programa SketchUp Make, 2014.

de 90° , em relação ao plano da fachada. Esse posicionamento permite bloquear as incidências solares oblíquas à abertura. Por outro lado, pode permitir a passagem quando a insolação estiver perpendicular à fachada, como ao nascer e por do sol nas orientações Leste e Oeste¹², devido à altura solar.

Figura 64- Planta baixa, sem escala, com detalhe para o posicionamento das aletas no MODELO 2 (à esquerda), e imagem tridimensional (à direita). Protetor solar com 90° . Sem escala.



Fonte: Programa SketchUp Make, 2014 (imagem tridimensional).

Nos *modelos 3* e *4* (figuras 65 e 66), a definição dos ângulos objetivou bloquear os raios solares que incidem perpendicularmente à fachada, preservando o distanciamento e o tamanho das aletas. Para isso, uma linha perpendicular à fachada foi traçada, unindo a extremidade superior de uma haste à extremidade inferior da haste subsequente. Nesta situação, é possível barrar a radiação solar que incide no plano da fachada, quando o sol está a uma baixa altura solar. O ângulo de inclinação encontrado para as hastes foi de 16° , em relação ao plano paralelo à fachada, sendo que no *modelo 3* as aletas foram rotacionadas no sentido horário, enquanto o *modelo 4* no sentido anti-horário (figura 65 e 66, respectivamente).

¹² Esta afirmação refere-se a localidades situadas em baixas latitudes, como no caso de Maceió (latitude $9^\circ 40' S$).

Figura 65- Detalhe esquemático do posicionamento das aletas dos brises no MODELO 3 . Sem escala.

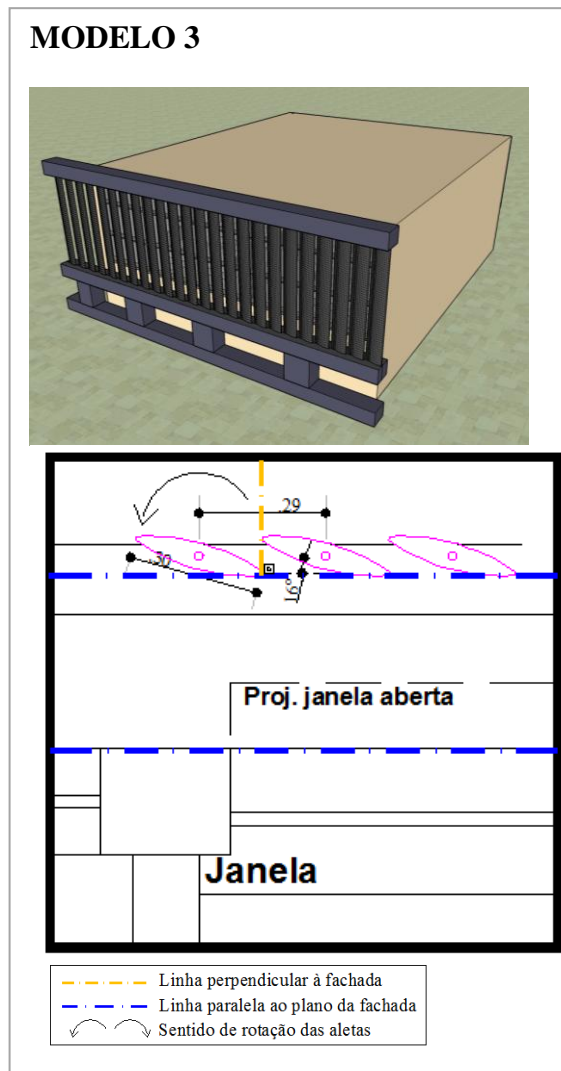
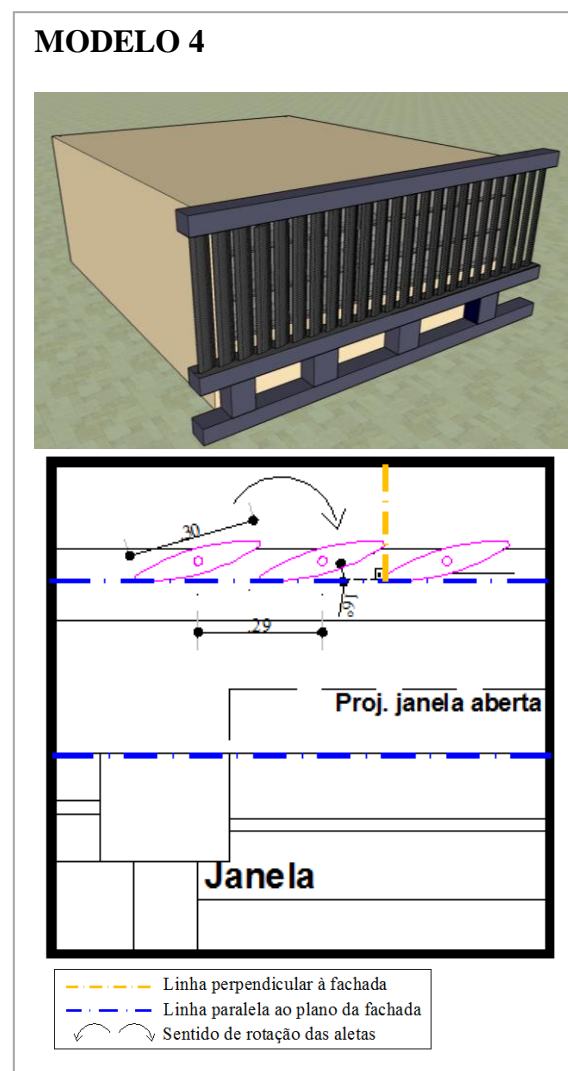


Figura 66- Detalhe esquemático do posicionamento das aletas dos brises no MODELO 4 . Sem escala.



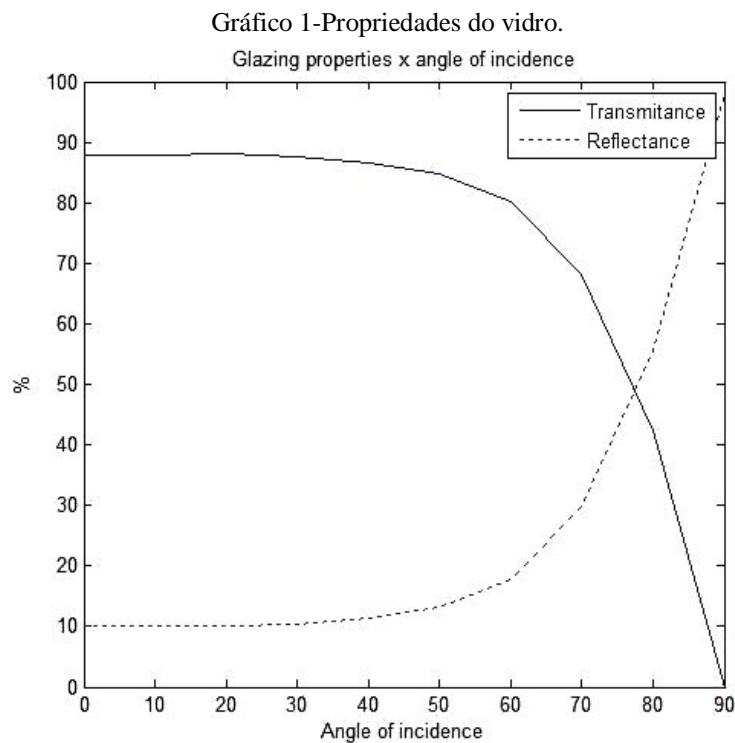
Em todos os modelos, as configurações para as simulações obedeceram a “*Parâmetros fixos*” e “*Parâmetros variáveis*”. O primeiro trata de parâmetros comum a todas as situações, ou seja, não sofrem alterações durante as simulações, os dados de entrada permanecem inalterados em todos os modelos. Fazem parte dos *parâmetros fixos*:

- Marcar todos os dias do ano e a hora das 8h às 16h (hora solar). Esse parâmetro resultará em 3.285 simulações, nove horas diárias nos 365 dias, para cada situação mencionada na tabela 2;
- Tamanho e localização das aberturas no ambiente. As portas foram consideradas fechadas, com transmitância “zero”;

- Dimensionamento dos protetores solares verticais com: 0,30m (Largura) x 1,80m (altura) x 0,01m (espessura);
- Refletância¹³ e transmitância¹⁴ dos materiais de acabamento (tabela 2). Para o vidro que compõe a janela, adotaram-se as características de vidro comum, padrão do TropLux, de acordo com as propriedades expostas no gráfico 1.

Tabela 2- Tabela de refletância dos materiais de acabamento

| REFERÊNCIA | MATERIAL/ACABAMENTO | REFLETÂNCIA DIFUSA |
|----------------------|---------------------------|--------------------|
| Parede ¹⁵ | Tinta acrílica fosca bege | 0,5 |
| Piso ¹⁶ | Granilite bege | 0,3 |
| Teto ² | Tinta PVA látex branco | 0,7 |



Fonte: TropLux, 2011.

¹³ Refletância é a fração da luz incidente que é refletida por uma superfície (TREGENZA; LOE, 1998).

¹⁴ Transmitância é a fração de luz que passa através de um material (TREGENZA; LOE, 1998).

¹⁵ Referência: DORNELLES, Kelen A; RORIZ, Maurício, 2011.

¹⁶ Referência: TREGENZA, Peter; LOE, David, 1998.

Nos *parâmetros fixos* ainda consta a altura de 1,00m para o plano de trabalho (figura 67) e a quantidade de pontos de medição (figura 68). A norma brasileira NBR 15215-4 (ABNT,2004) prescreve métodos para verificação das condições de iluminância e luminância de ambientes internos. Nela, a quantidade mínima de pontos em medições reais deve seguir a uma fórmula que engloba comprimento, largura e distancia vertical entre a superfície de trabalho e o topo superior da janela. No objeto desta pesquisa, a quantidade mínima de pontos seria 9 (nove), porém a busca por uma melhor caracterização da iluminância do ambiente, fez-se aumentar a quantidade para 30 pontos. Assim, o ambiente foi dividido em 30 áreas (grid 6 x 5) com formato próximo ao quadrado, onde a iluminância (E) a ser verificada corresponderá ao ponto

Figura 67- Corte com altura dos pontos de medição na simulação. Sem escala.

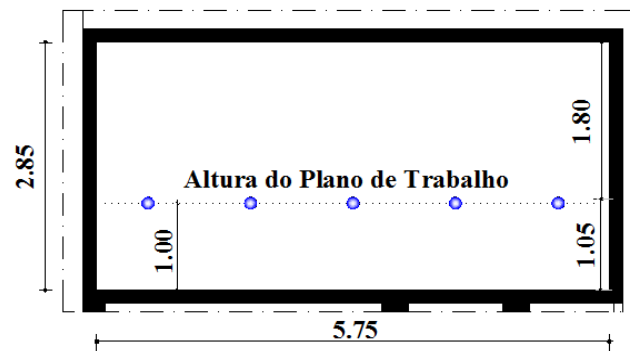
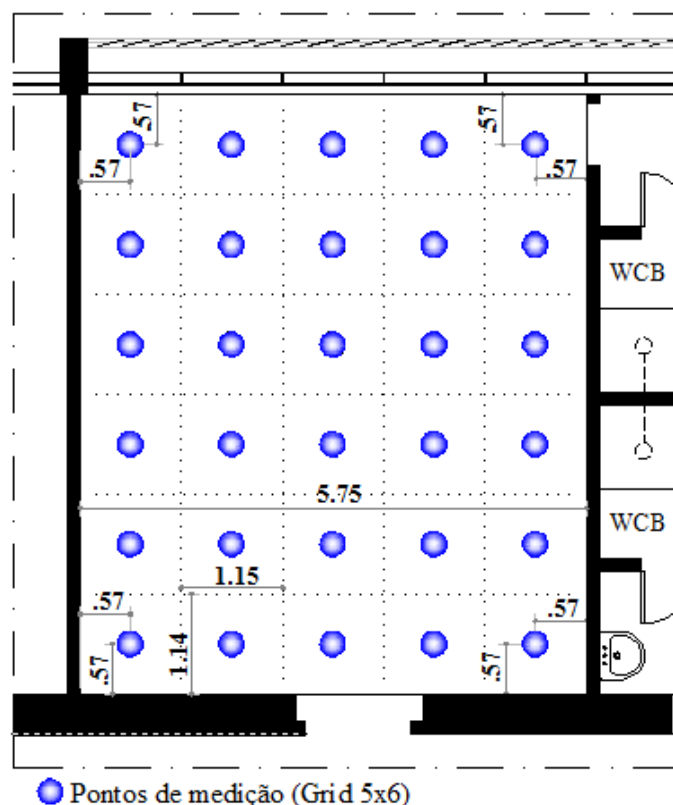


Figura 68- Planta baixa com pontos de medição da iluminância no TropLux. Sem escala.



localizado no centro de cada espaço (figura 6. Para evitar pontos muito próximos às paredes, a norma recomenda um afastamento mínimo de 0,50m das mesmas.

Nos *parâmetros variáveis* estão inclusos: orientação da abertura, os tipos de céu, e os modelos, diferenciados pelos materiais de acabamentos e posicionamento das aletas dos protetores solares verticais, conforme tabela 3. A tabela 3 exibe um total de 120 simulações que foram realizadas com os parâmetros variáveis. No entanto, vale lembrar que o total das

Tabela 3-Tabela dos parâmetros variáveis a serem utilizados nas simulações

| Orientação | Tipo de céu | Tipologia | Acabamento do brise | Quantidade de simulações | |
|---|--|--|---------------------|--------------------------|---|
| | | | (refletância) | | |
| Norte | Encoberto (1) Parcialmente encoberto (10) Claro (14) | Modelo 1 | sem protetor | 3 | |
| | | Modelo 2 | 0.2 (cinza escuro) | 9 | |
| | | | 0.5 (bege) | | |
| | | | 0.8 (branco) | | |
| | | Modelo 3 | 0.2 (cinza escuro) | 9 | |
| | | | 0.5 (bege) | | |
| | 0.8 (branco) | | | | |
| | Modelo 4 | 0.2 (cinza escuro) | 9 | | |
| | | 0.5 (bege) | | | |
| | | 0.8 (branco) | | | |
| | Sul | Encoberto (1) Parcialmente encoberto (10) Claro (14) | Modelo 1 | sem protetor | 3 |
| | | | Modelo 2 | 0.2 (cinza escuro) | 9 |
| 0.5 (bege) | | | | | |
| 0.8 (branco) | | | | | |
| Modelo 3 | | | 0.2 (cinza escuro) | 9 | |
| | | | 0.5 (bege) | | |
| | | 0.8 (branco) | | | |
| Modelo 4 | | 0.2 (cinza escuro) | 9 | | |
| | | 0.5 (bege) | | | |
| | | 0.8 (branco) | | | |
| Leste | | Encoberto (1) Parcialmente encoberto (10) Claro (14) | Modelo 1 | sem protetor | 3 |
| | | | Modelo 2 | 0.2 (cinza escuro) | 9 |
| | 0.5 (bege) | | | | |
| | 0.8 (branco) | | | | |
| | Modelo 3 | | 0.2 (cinza escuro) | 9 | |
| | | | 0.5 (bege) | | |
| | | 0.8 (branco) | | | |
| | Modelo 4 | 0.2 (cinza escuro) | 9 | | |
| | | 0.5 (bege) | | | |
| | | 0.8 (branco) | | | |
| | Oeste | Encoberto (1) Parcialmente encoberto (10) Claro (14) | Modelo 1 | sem protetor | 3 |
| | | | Modelo 2 | 0.2 (cinza escuro) | 9 |
| 0.5 (bege) | | | | | |
| 0.8 (branco) | | | | | |
| Modelo 3 | | | 0.2 (cinza escuro) | 9 | |
| | | | 0.5 (bege) | | |
| | | 0.8 (branco) | | | |
| Modelo 4 | | 0.2 (cinza escuro) | 9 | | |
| | | 0.5 (bege) | | | |
| | | 0.8 (branco) | | | |
| Total de simulações com parâmetros variáveis | | | | 120 | |

| | |
|----------|----------|
| Modelo 1 | Modelo 3 |
| Modelo 2 | Modelo 4 |

simulações realizadas corresponde às 120 situações (tabela 3) multiplicadas por 3.285, relativo às nove horas diárias em todos os dias do ano ($9h \times 365\text{dias} = 3.285$), totalizando 394.200 simulações.

O modelo 1 não apresenta elemento de proteção solar. Os modelos (1 a 4) e seus acabamentos para as aletas dos brises serão simulados nos três tipos de céu (encoberto, parcialmente nublado e claro), e em quatro orientações (Norte, Sul, Leste e Oeste). Assim, será possível confrontar os resultados da distribuição das iluminâncias e a iluminância útil, encontrada em cada modelo, em função das orientações e das características dos brises, correlacionando ambos.

Os padrões de céu escolhidos seguiram os padrões presentes na classificação da CIE (2003): CIE 1 (encoberto), CIE 10 (parcialmente nublado) e CIE 14 (claro), considerados mais frequentes na cidade de Maceió, em estudo proposto por CABÚS (2002). Em Maceió (AL), a nebulosidade local aponta para predominância parcial de nuvens na maior parte do ano. Em contrapartida, o céu claro e encoberto também deve ser considerado nos estudos relacionados à disponibilidade de luz natural nos trópicos. Acredita-se que o estudo separado das tipologias de céu, ao invés do estudo com o *céu dinâmico*, pode fornecer dados mais específicos quanto ao comportamento e disponibilidade de luz natural no ambiente frente à nebulosidade, contribuindo para explanação e análise dos resultados. O *céu dinâmico*, proposto pelo TropLux, “considera a variação real de tipos céu padrão CIE, de hora em hora, baseada em uma distribuição estatística a partir dos dados meteorológicos de Maceió” (CABÚS, 2014).

Quanto aos acabamentos para as aletas, foi observado o seu grau de refletância, e escolhidas três refletâncias para as aletas na simulação: 0,2 (referente à cor cinza escuro); 0,8 (superfície branca) e 0,5 (cor bege). Os modelos 2, 3 e 4 buscam a possibilidade de proteção solar total da janela. Os ângulos foram pensados de forma a bloquear a passagem de luz solar direta, minimizando os ganhos de calor e ofuscamentos, de modo a auxiliar na obtenção de conforto térmico e luminoso. Desta forma, procura a otimização da admissão de luz natural a partir da luz refletida nas aletas, em função da refletância das cores de acabamento. Bogo (2008) cita que existe uma grande variação da admissão de luz quando são alteradas as refletâncias das aletas dos elementos de controle solar, onde a definição das cores dos brises de uma janela constitui-se um potencial a ser explorado nos projetos.

Simulações envolvendo elementos de proteção solar, com diferenciação em seus acabamentos, podem auxiliar aos profissionais da área, quanto à preocupação que deve existir na escolha desses materiais.

4 RESULTADOS E ANÁLISES DAS SIMULAÇÕES

Os resultados e análises das simulações foram separados em dois tópicos: “simulações do quarto de enfermaria em estudo”, e “simulações dos modelos propostos”. O primeiro apresenta os resultados de simulações que objetivou avaliar a influência das diferentes orientações na determinação dos níveis de iluminação natural do ambiente com ausência de proteção solar na abertura. Essa tipologia corresponde ao modelo 1 da tabela 3. O segundo expõe os resultados mais detalhados e específicos das simulações nas quatro orientações: Norte, Sul, Leste e Oeste.

Nos dois tópicos, como resultados do processamento, o TropLux forneceu as iluminâncias para cada um dos 30 pontos da malha (figura 68), em cada situação (modelo) de posicionamento para os brises, nas quatro orientações e tipo de céu CIE propostos, e em todos os dias do ano (conforme parâmetros do tópico 3.1.3). Também foram geradas as iluminâncias médias (Em) e os percentuais de iluminância no ambiente. Para avaliar a distribuição de iluminância no ambiente, o programa fornece o valor de Delta, equivalente à razão entre o valor mínimo e valor médio da iluminância, cuja norma NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) intitula de uniformidade (ver p.24). Os dados processados foram expostos em gráficos e tabelas, com intuito de facilitar a visualização e a posterior análise dos resultados.

A análise compara os resultados apresentados no programa ao referencial teórico apresentado e aos valores das faixas de Iluminância Útil de Luz Natural, de Nabil e Mardaljevic (2005), e dos níveis de iluminância especificado pela ISO/CIE 8995-1:2013), citados no tópico 2.1. Assim, acredita-se que é possível verificar o tipo de protetor solar mais adequado ao desempenho satisfatório de luz natural em ambientes hospitalares.

4.1 SIMULAÇÕES DO QUARTO DE ENFERMARIA EM ESTUDO

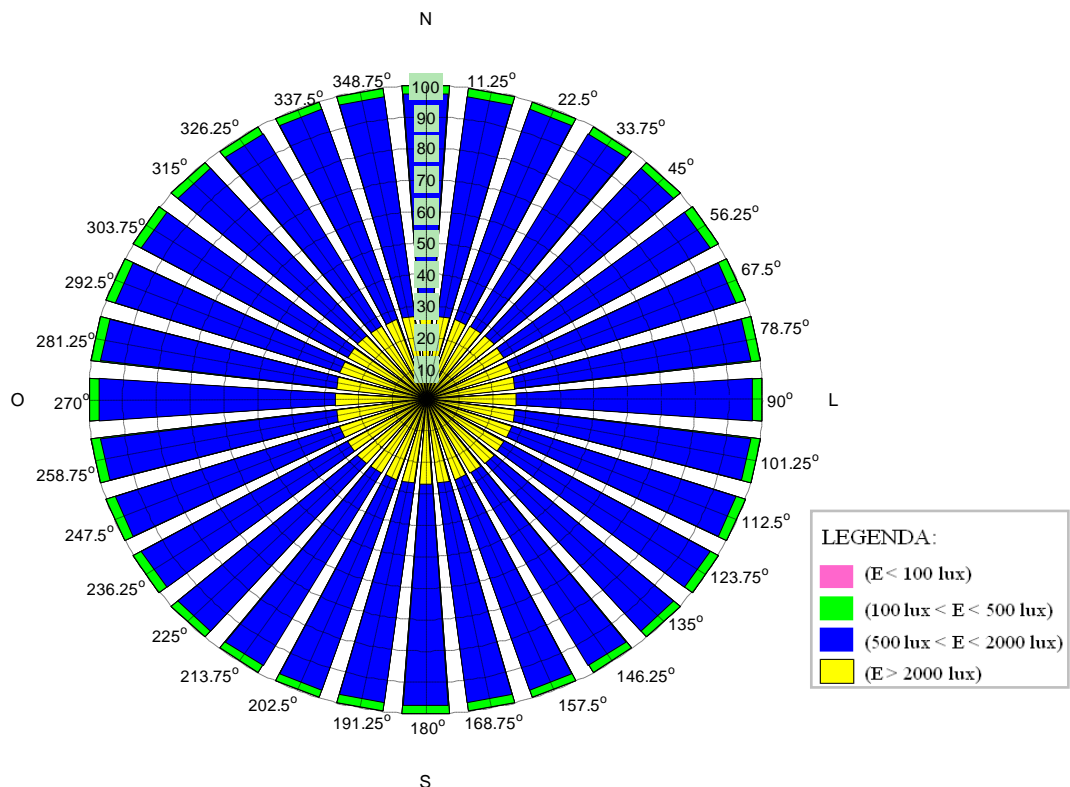
A fim de conhecer a disponibilidade de luz natural no ambiente a ser estudado, o ponto de partida consistiu em rodar no programa TropLux o ambiente sem proteção solar na sua única abertura para o exterior (janela). Esta tipologia correspondente ao *modelo 1*, já demonstrada na figura 65 porém, nesta primeira etapa, foi simulada em 32 orientações, com ângulos variando a cada 11,25°. O horário determinado foi de 7h às 17h, com simulação para céu encoberto (CIE 1), céu parcialmente nublado (CIE 10) e céu claro (CIE 14). As características do ambiente foram mantidas constantes, de acordo com especificações

apresentada anteriormente na tabela 2. Da mesma forma, todas as características e parâmetros mencionados anteriormente foram utilizados na simulação.

A partir dos dados gerados pelo programa, foram observados os resultados relativos aos valores de iluminância média global (E) anuais, em lux, para cada uma das 32 orientações, e de acordo com as condições de céu citadas (CIE 1, 10 e 14). A fim de melhor sintetizar os resultados da simulação, gráficos em formato de histogramas circulares foram elaborados. Consistiu o resultado deste primeiro estudo a comparação dos valores de iluminância média anual, encontrados na simulação e demonstrados nos histogramas, com a ocorrência da *faixa de referência de iluminância* (faixa demonstrada na figura 3, p.23).

Sob condições de *céu encoberto* (CIE 1) (figura 69), os valores de iluminância média anual mantiveram-se constantes, nas diversas orientações simuladas. Nesta tipologia, ocorre que a luz é difusa, relativamente homogênea na abóbada celeste e mais brilhante no zênite do que no horizonte. Em comparação com os demais céus estudados, o céu encoberto obteve o menor valor de iluminância, o que pode ser atribuído à ausência de incidência de luz solar direta no ambiente. Apesar disso, os valores encontram-se com predominância de ocorrência

Figura 69-Ocorrência das faixas de iluminância, em porcentagem (%) de horas anuais – Céu CIE 1.

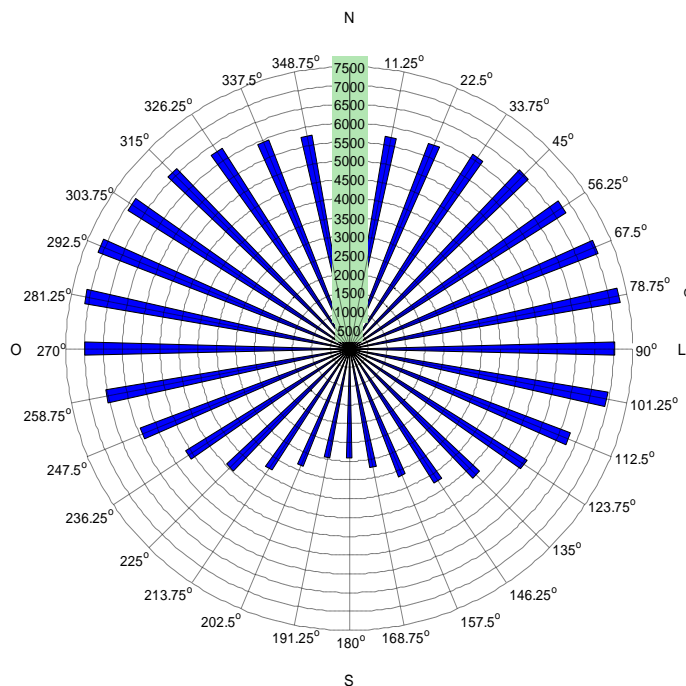


de 95% na faixa de iluminância desejável, entre 500lx e 2000lx (Figura 69), o que representa não haver necessidade de complementação da iluminação natural com luz artificial durante o dia na maior parte do ano. Para o referido tipo de céu, a orientação da abertura não é um fator relevante para captação de energia luminosa.

Dentre as condições de céu estudadas, a condição de *céu parcialmente nublado* (CIE 10) (figura 70 e 71), apresentou maior variação entre valores de iluminâncias médias anuais em relação às orientações. Aberturas voltadas para o Oeste ou Leste captam em torno de 58% a mais da iluminância se comparada com a orientação Sul (figura 70). Quanto às demais orientações, o Nordeste apresentou cerca de 14% a mais que o Norte e 7% a menos que o Leste e Oeste. O sudeste possui aproximadamente 32,5% de iluminância a menos que o Leste, e 38,5% a mais de iluminância que o Sul. Aberturas direcionadas ao Oeste apresentam 36% de iluminância media anual a mais que o Sudoeste e apenas em torno de 5,8% a mais que Noroeste.

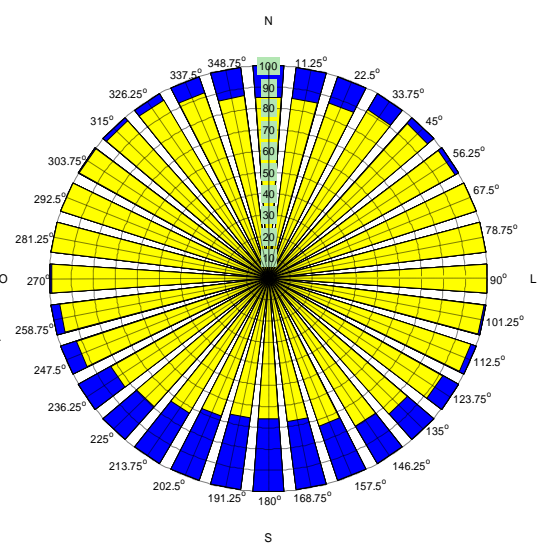
Mesmo representando a menor iluminância média anual, dentre as orientações, e captando por volta 58% a menos de iluminância que Leste e Oeste, e 48,2% a menos que o Norte, a orientação Sul tem sua média anual de iluminância no intervalo considerado

Figura 70-Iluminâncias médias anuais, em lux, do ambiente em estudo, relativos às diversas orientações. Céu CIE 10.



Fonte: autora

Figura 71-Ocorrência das faixas de iluminância, em porcentagem de horas anuais- céu CIE 10.



LEGENDA:

- (E < 100 lux)
- (100 lux < E < 500 lux)
- (500 lux < E < 2000 lux)
- (E > 2000 lux)

Fonte: autora.

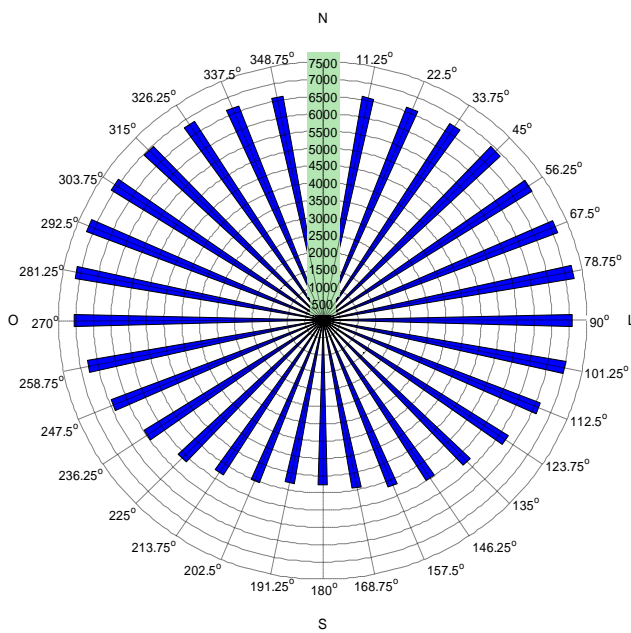
excessivo, ou seja, acima de 2000 lx (figura 70). Por meio dos histogramas pode-se observar que todas as orientações apresentam valores de iluminância média anual acima da faixa desejável. Maiores valores de iluminância estão situados nas aberturas com orientações entre o Nordeste e o Leste (1° quadrante), e entre o Oeste e o Noroeste (4° quadrante).

Quanto à ocorrência das faixas de iluminâncias, a figura 71 ilustra que a faixa correspondente à iluminância *excessiva* (cor amarela), representa mais de 90% das horas anuais em orientações situadas entre o Nordeste (NE) e Leste (L), e entre o Oeste (O) e Noroeste (NO). Nas demais orientações, o percentual nesta faixa vai decrescendo até chegar a 35% na orientação Sul. No intervalo considerado *desejável*, as aberturas direcionadas ao Sul abrangem por volta de 65% das horas anuais, com percentual nesta faixa decrescendo nas outras orientações.

No céu parcialmente nublado, os níveis de iluminação são oriundos de diversas partes da abóbada celeste, devido à variação no comportamento das nuvens. A luz do sol e do céu é presente de forma direta e difusa no ambiente. A ocorrência de faixas de iluminância excessivas (Figura 71) e dos excessivos valores de iluminâncias médias anuais (Figura 70) nas 32 orientações pode ser atribuída à incidência de radiação solar direta no ambiente. Diante dos excessivos valores de iluminâncias médias anuais e da ocorrência de porcentagem de horas anuais predominante na faixa de iluminância excessiva (figura 71), constata-se a necessidade da inserção de dispositivos de sombreamento, a exemplo de brises, a fim de otimizar o aproveitamento da iluminação natural.

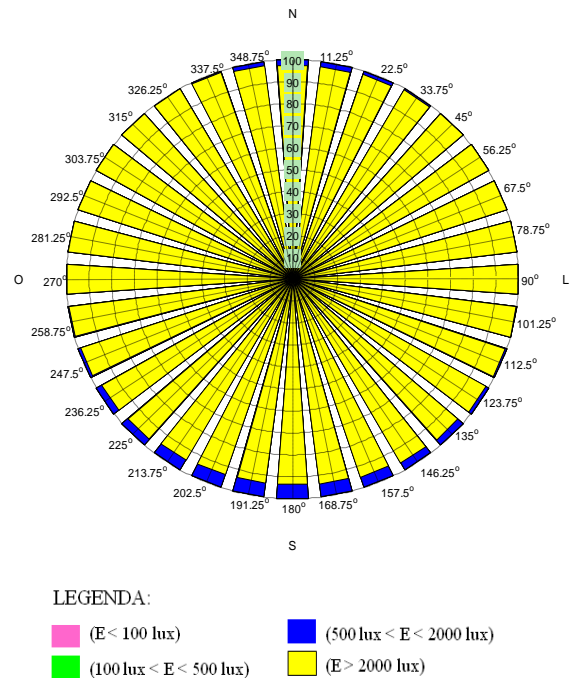
Em relação à condição de *céu claro* (CIE 14), Figuras 72 e 73 aberturas orientadas ao Norte (N) podem captar em torno de 27% a mais de iluminância se comparada à orientação de aberturas para o Sul (S). Já o Nordeste (NE) apresentou por volta de 18% a mais do nível de iluminância se comparado à orientação Sudoeste (SO); e Noroeste (NO), observa-se um acréscimo de aproximadamente 16% em relação à orientação Sudeste (SE). As orientações Leste (L) e Oeste (O) apresentaram apenas 1,6% a mais de iluminância que Nordeste (NE) e 7,2% a mais que Norte (N) 12%. Por outro lado, apresentaram 32,3% a mais de iluminância que o Sul, essa foi a maior diferença de valores de iluminância média entre as orientações simuladas. (figura 72).

Figura 72-Iluminâncias médias anuais, em lux, do ambiente em estudo, relativos às diversas orientações. Céu CIE 14.



Fonte: autora

Figura 73- Ocorrência das faixas de iluminância, em porcentagem de horas anuais- Céu CIE 14.



Fonte: autora

Nas orientações localizadas no segundo e terceiro quadrantes, há uma diminuição dos valores de iluminâncias, se comparado com o primeiro e quarto quadrantes, o que pode indicar que orientações das aberturas próximas ao Sul poderiam diminuir os níveis de iluminância no interior dos ambientes. As maiores iluminâncias podem ser captadas em aberturas que estejam orientadas entre o Nordeste e o Leste (1º quadrante), e entre o Oeste e o Noroeste (4º quadrante) (figura 72).

Na figura 73, em amarelo, é possível visualizar que a maior parte de horas anuais, com frequência de ocorrência acima de 90%, encontra-se na faixa considerada excessiva ($E > 2000 \text{ lx}$), em todas as orientações. Por outro lado, em ângulos próximos ao Norte e Sul uma pequena porcentagem é apresentada na faixa considerada desejável ($500 < E < 2000 \text{ lx}$), cerca de 3% nos ângulos próximos ao Norte e 6% nos ângulos próximos ao Sul.

Em condições de céu claro, valores excessivos de iluminância são encontrados em todas as orientações. Esse fato demonstra que em algumas orientações, apesar de obter menores valores de iluminância, ainda há a entrada excessiva da luz solar direta, que pode gerar ofuscamentos e passagem de calor para o ambiente, constatando a necessidade de elementos de proteção solar na(s) abertura(s).

Nesta primeira etapa do estudo, em linhas gerais, observou-se principalmente que em se tratando de condições de céu parcialmente encoberto e céu claro, as aberturas orientadas a Leste e Oeste podem representar maior captação de iluminância para o interior do recinto, enquanto aberturas orientadas a Sul podem implicar em menores valores de iluminância média anual. Considerando a faixa desejável de iluminância ($500\text{lx} < E < 2000\text{lx}$), em todas as orientações, o céu encoberto apresentou maior ocorrência (acima de 70%). Já no céu parcialmente nublado e claro, esse percentual é alterado de acordo com a orientação, onde os melhores resultados chegam a, aproximadamente, 35% no céu parcialmente nublado e menos de 10% no céu claro (ambos na orientação Sul).

Com esse primeiro estudo constataram-se elevados níveis de iluminância no recinto e elevadas ocorrências na faixa de iluminância especificada como Excessiva (acima de 2000 lux) em qualquer orientação, o que torna susceptíveis de produzir desconforto térmico ou visual. Não houve uma verificação quanto à distribuição de iluminância no ambiente, visto que o objetivo deste estudo inicial foi obter uma visão geral quanto à iluminância que chega ao ambiente através de uma janela sem proteção, em diferentes orientações. Avaliar separadamente as condições de céu (coberto, parcialmente nublado e claro) possibilitou obter resultados mais específicos da disponibilidade de luz natural nas edificações, frente à nebulosidade e aos valores de iluminância encontrados.

Diante dos resultados encontrados nesta primeira etapa da pesquisa, acredita-se que a inserção de mecanismos de proteção solar, a exemplo de brises e beirais, pode vir a contribuir de forma qualitativa para os níveis desejáveis de iluminação natural no ambiente, minimizando os efeitos da incidência direta do sol, controlando a incidência da luz solar e otimizando o aproveitamento da iluminação natural. Em ambientes de internação hospitalar, os brises podem representar um elemento arquitetônico importante na busca por ambientes mais humanizados e acolhedores, vindo a auxiliar na recuperação dos pacientes (usuário).

A etapa seguinte da pesquisa constituiu em simular os demais parâmetros citados no item 3.1.3 (tabela 3), que corresponde às tipologias de brises com diferenciação quanto ao posicionamento e cor de acabamento das aletas, nas orientações Norte, Sul, Leste e Oeste.

4.2 SIMULAÇÕES DOS MODELOS PROPOSTOS

Nesta seção, serão expostas tabelas e gráficos contendo os resultados e análises das simulações realizadas segundo os parâmetros citados no item 3.1.3. Para melhor compreensão

e análise, os resultados foram separados em dois tópicos: quanto à iluminância média anual e quanto à distribuição de iluminâncias. Em cada tópico, constam as análises de acordo com a tipologia do céu, orientação da abertura, bem como os modelos e acabamentos propostos para as aletas dos brises.

4.2.1 Quanto à iluminância média anual

Neste tópico serão apresentados os gráficos de Iluminância média (E_m) de hora em hora, em formato de barras, no intervalo das 8h às 16h. Formas geométricas, diferenciadas por cores, representam as tipologias dos brises estudados. Para cada orientação, foram elaborados os gráficos separados de acordo com as três tipologias de céu (encoberto, parcialmente nublado e claro), totalizando 12 gráficos. Isso, acrescido de todo embasamento teórico apresentado, permitiu avaliar de forma comparativa as condições de Iluminância média anual no ambiente, conforme parâmetros anteriormente apresentados.

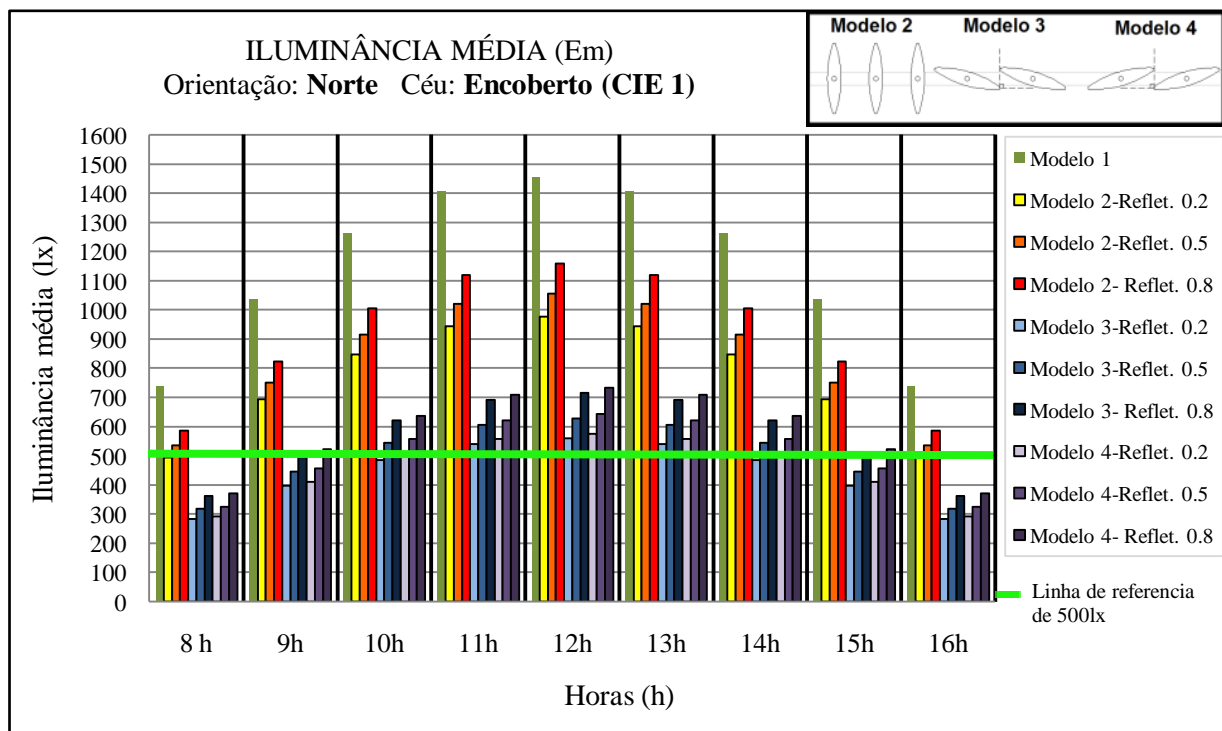
4.2.1.1 Orientação NORTE

Ao analisar o gráfico 2, correspondente ao céu encoberto (CIE 1) na orientação Norte, pode-se observar no modelo 1 que, mesmo ausente de proteção solar na abertura, o ambiente apresentou iluminâncias na faixa considerada desejável ($500lx \leq E_m \leq 2000lx$), em todo intervalo das 8h às 16h. Esses valores, com média abaixo de 2000lx, pode ser atribuído à ausência de luz solar direta no ambiente, em consequência da nebulosidade nesse tipo de céu. Em todos os modelos, independente do acabamento das aletas, as iluminâncias encontram-se na faixa considerada aceitável ($100lx \leq E_m < 500lx$) ou desejável ($500lx \leq E_m \leq 2000lx$), não apresentando resultados na faixa excessiva ($E_m > 2000lx$) ou insuficiente ($E_m < 100lx$). Ao observar um modelo e seus acabamentos durante o dia, nota-se que os valores de iluminância apresentam-se de forma crescente das 8h até chegar ao meio dia e, a partir daí, começam a decrescer. Os maiores valores podem ser encontrados das 10h às 14h, com menores valores às 8h e 16h. Vale destacar que o modelo 2, dentre os modelos com uso de protetor solar, foi o único que obteve valores dentro da faixa de iluminância desejável, em todo o intervalo das 8h às 16h e independente do acabamento (refletância) das aletas dos brises. Ao meio dia, momento de maior pico, o modelo 2 passa a captar 36,6% a mais de iluminância que o modelo 3 e 38% a mais que o modelo 4, considerando a refletância 0.8.

Assim como o modelo 2, os modelos 3 e 4 apresentaram diferenciação de iluminâncias quanto ao acabamento das aletas, nas diversas horas do dia (gráfico 2). Por outro lado, ao

considerar mesmo acabamento para as lâminas, os modelos 3 e 4 apresentaram resultados aproximados. Observando as refletâncias das aletas nos modelos 2, 3 e 4, como era de se esperar, a refletância 0.8 apresentou a maior contribuição na captação de luz natural para o ambiente, seguido pela refletância 0.5 e 0.2, respectivamente. No modelo 2, a refletância 0.8 é responsável por captar 15,6% a mais de iluminância que a refletância 0.2 e 8,8% a mais que 0.5, independente da hora do dia. Já no modelo 3 e 4, as refletâncias obtiveram porcentagens semelhantes, na qual a refletância 0.8 capta 21,9% a mais que a refletância 0.2 e 12,4% a mais que a refletância 0.5.

Gráfico 2- Iluminância média. Orientação Norte, CIE 1. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6.



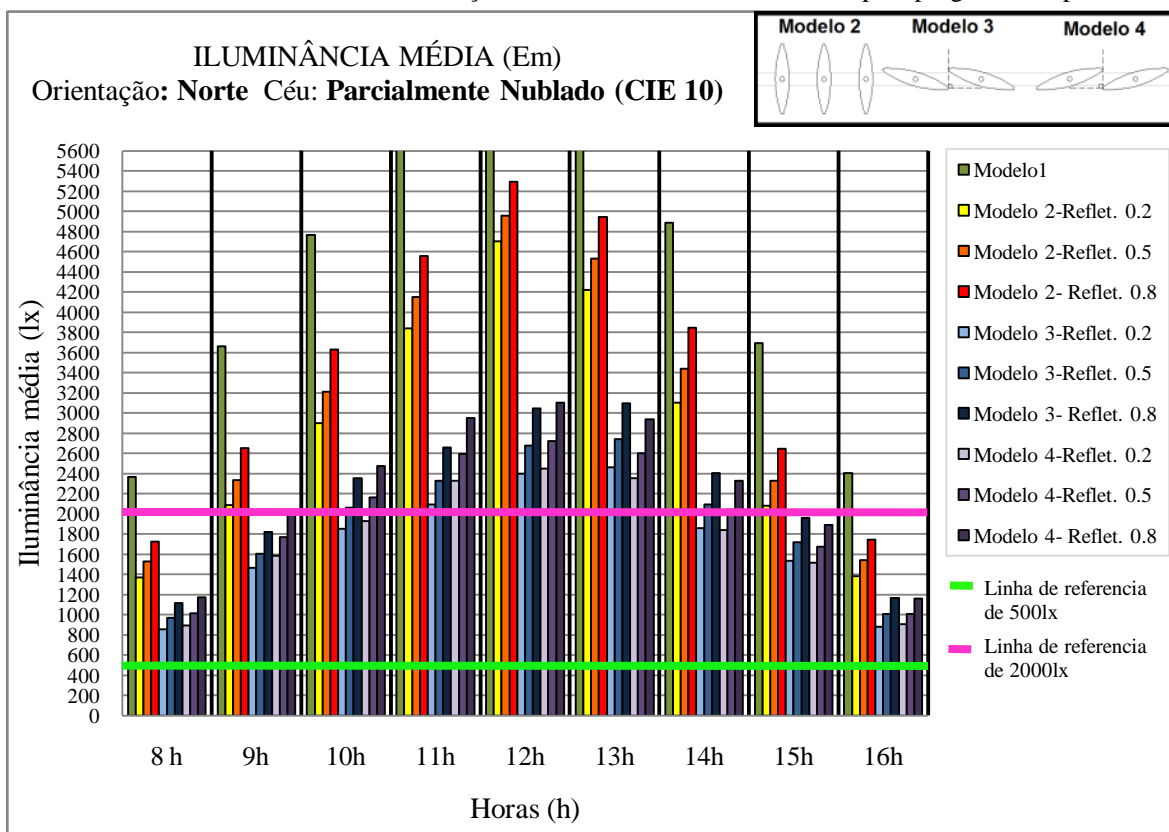
Diante destes resultados, verifica-se que, em ambientes com o uso de aletas inclinadas na abertura (modelos 3 e 4), o acabamento das lâminas passa a ter maior influência na captação de luz natural, em comparação com o modelo 2 e em se tratando do céu encoberto. O modelo 2 apresentou resultados dentro da faixa desejável de iluminâncias ($500\text{lx} \leq E_m \leq 2000\text{lx}$) durante todo o dia. Já nos modelos 3 e 4, os valores permaneceram abaixo do desejável, nos horários de 8h e 16h, e próximo aos 500lx, nos horários de 9h e 15h, a depender das refletâncias das aletas.

No céu parcialmente nublado (CIE 10) (gráfico3), a ausência de proteção solar na abertura (modelo 1) resulta em valores excessivos de iluminância no ambiente ($E_m > 2000\text{lx}$)

durante o dia, com situação mais crítica próxima ao meio dia. Apesar da iluminância encontrada às 8h e 16h corresponder a uma média de 61% a menos da iluminância encontrada ao meio dia, os valores estão acima do limite da faixa desejável ($500lx \leq E_m \leq 2000lx$). Nesse horário de 8h e 16h, os modelos 2, 3 e 4 apresentaram resultados dentro da faixa desejável entre 500lx e 2000lx nas três refletâncias (0.2, 0.5 e 0.8). Já no horário das 11 às 13h, todos obtiveram níveis elevados, acima de 2000lx, independente do acabamento das aletas.

A partir da observação do gráfico 3, podemos constatar também uma grande distinção nos valores de iluminâncias do modelo 2 em relação às demais tipologias com uso de brise na abertura (modelo 3 e 4), principalmente no horário das 10h às 14h. Nesse horário, o modelo 3 e 4, com refletância 0.2, chega a captar entre 33% e 49% a menos da luz natural captada pelo modelo 2. Ao observar os modelos 3 e 4 e examinar as iluminâncias de acordo com o acabamentos das lâminas, de uma maneira geral podemos constatar que, no horário das 8h às 12h, o modelo 3 capta entre 4% e 9,2%¹⁷ a menos da iluminância captada pelo modelo 4. No entanto, após o meio dia a situação se inverte, o modelo 3 passa a obter maior iluminância que o modelo 4. Às 13h o modelo 4 capta 4,3% a menos da iluminância do

Gráfico 3- Iluminância média. Orientação Norte, CIE 10. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6

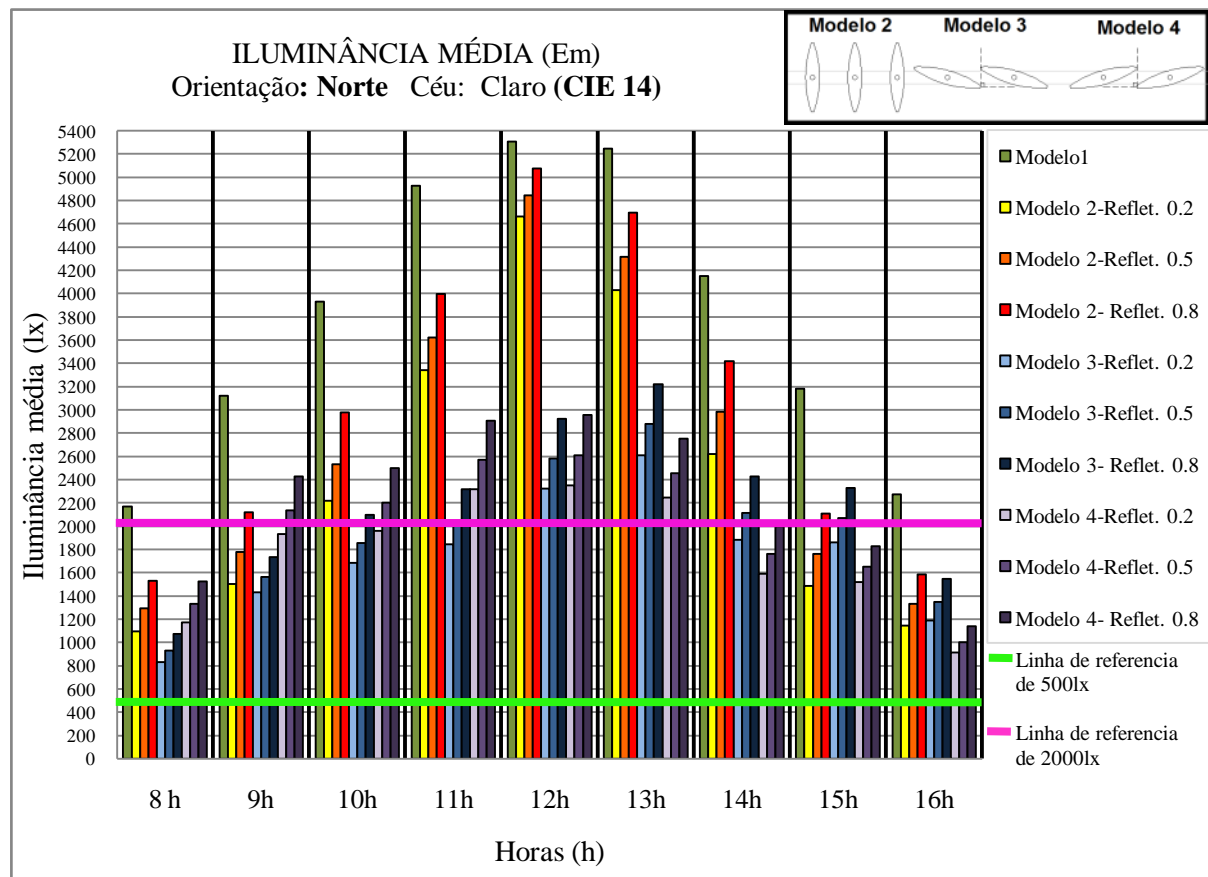


¹⁷ O percentual de diferença de 9,2% corresponde ao horário de 9h, na refletância 0.5 para as aletas dos brises.

modelo 3, na refletância 0.2, e por volta de 5% da iluminância na refletâncias 0.5 e 0.8. Das 14h às 16h essa diferença em percentual é reduzida, porém permanece entre 0,3% e 3%.

Diante do resultado exposto para CIE 10 (gráfico 3), vale frisar que a ausência de proteção solar na janela (modelo1) possibilitou a passagem de luz solar direta no ambiente e que, por esta razão, valores elevados de iluminância foram detectados. Em relação aos modelos com uso de proteção solar (modelos 2, 3 e 4), todos os modelos, independente das refletâncias, permaneceram na faixa desejável nos horários de 8h e 16h. No entanto, o modelo 2 obteve iluminâncias excessivas nas demais horas do dia, nos três acabamentos para as aletas. Já os modelos 3 e 4, além das 8h e 16h, também apresentaram valores desejáveis de iluminâncias às 9h e 15h, nas três refletâncias. As 10h e 14h, os valores desejáveis de iluminâncias só foram alcançados com refletância 0.2, os demais acabamentos apresentaram valores acima dos 2000lx. Entre 11h e 13h todos os modelos e acabamentos encontram-se acima de 2000lx, tendo maior proximidade deste valor as refletâncias 0.2 e 0.5 dos modelos 3 e 4.

Gráfico 4- Iluminância média. Orientação Norte, CIE 14. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6



Como forma comparativa aos resultados do processamento realizado nesse intervalo de 8h às 16h, e visando escolher o intervalo de horas para o processamento das demais simulações do trabalho, partindo dessa orientação (Norte) e tipo de céu (CIE 10), foi realizada inicialmente uma simulação substituindo esse intervalo pelo horário das 7h às 17h (ver apêndice A). Nessa nova simulação, apenas o horário foi alterado, preservando os demais dados de entrada (parâmetros) no programa. Como resultado, o gráfico exposto no Apêndice A (pg.135), demonstrou que no horário de 7h e 17h apenas o modelo sem brise (modelo 1) e o modelo 2 nas três refletâncias, obtiveram níveis desejáveis de iluminância média. Já os modelos 3 e 4, em qualquer acabamento para as aletas, obtiveram iluminância média abaixo de 500lx para o ambiente em estudo. Através dos resultados, foi possível observar que no intervalo de 8h às 16h há uma maior contribuição na disponibilidade de luz natural no ambiente no intervalo desejável de Iluminância Média, optando pelo uso desse horário em todas as simulações processadas, o que contribuiu inclusive para diminuir o tempo de processamento do programa.

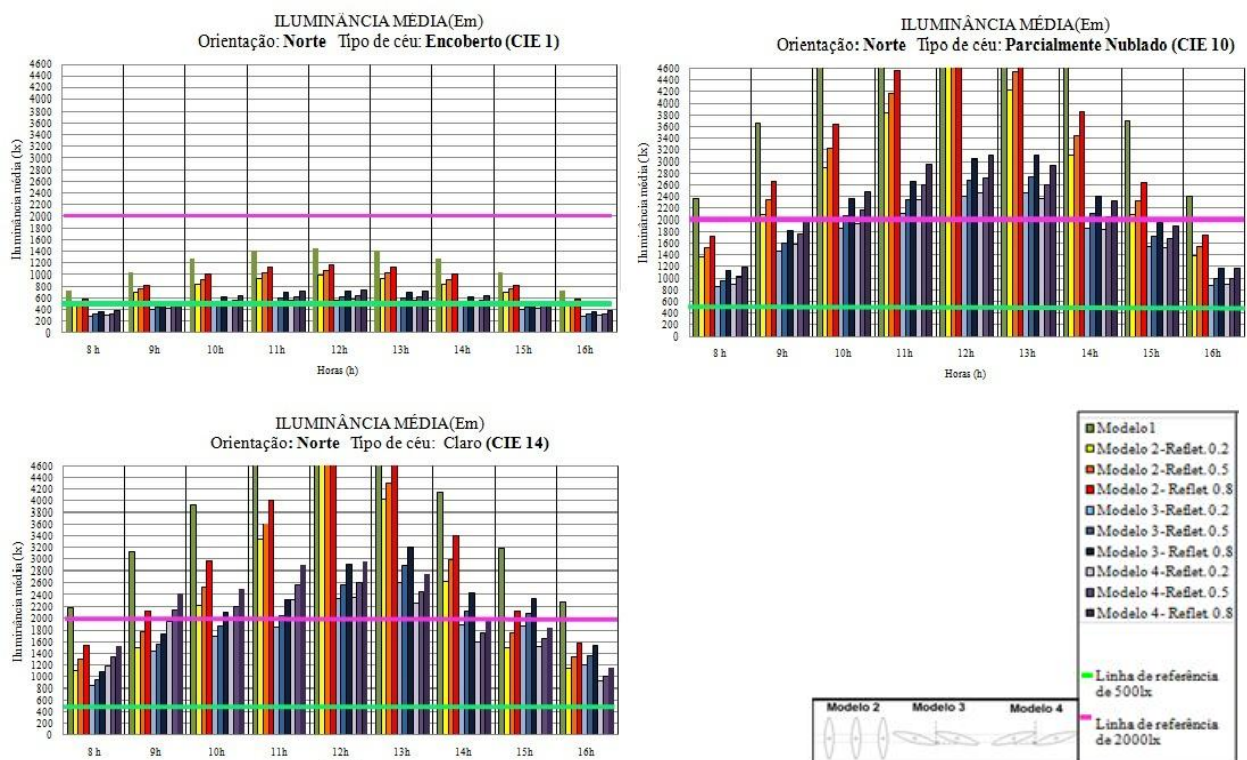
Os resultados do processamento com o céu Claro (CIE 14) (gráfico 4), no ambiente sem uso de proteção solar na janela (modelo1), mostrou iluminância excessiva (acima de 2000lx) durante todo o dia. Esse fato exprime a necessidade de introduzir elementos de proteção solar na esquadria, a fim de controlar a entrada de luz natural excessiva no interior do ambiente. A partir de 8h é visível o aumento na quantidade de luz natural no ambiente até chegar ao meio dia, onde neste horário a iluminância alcança 59% a mais da iluminância apontada no horário das 8h e 16h. Após as 12h, a quantidade de luz natural no ambiente começa a diminuir, mesmo assim, ainda permanece com valor excessivo (acima de 2000lx) até as 16h.

Como exemplo, nos modelos com uso de brises (modelos 2, 3,e 4), os maiores valores podem ser encontrados na refletância 0.8 e 0.5, com menor valor na refletância 0.2 (gráfico 4). Às 8h e 16h, esses modelos apresentaram valores dentro do desejável em todos os acabamentos para as aletas. Às 9h, apenas demonstraram valores excessivos a refletância 0.5, no modelo 4, e a refletância 0.8, nos modelos 2 e 4. Das 10h às 12h, quase todos os modelos apresentaram excesso de luminosidade no ambiente, exceção apenas para: o acabamento 0.2 e 0.5, no modelo 3, e acabamento 0.2 no modelo 4, às 10h; e o acabamento 0.2 no modelo 3 às 11h. Vale observar que nestas primeiras horas do dia, o modelo 3 apresentou valores mais baixos que o modelo 4, situação que se inverte após o 12h. Ao meio dia, os modelos 3 e 4 apresentam valores de iluminância semelhantes, com resultado em torno de 42,4% menor que

o modelo 2, na refletância 0.8, e redução em torno de 45% na quantidade de luz natural no ambiente em comparação com o modelo 1, sem proteção solar na abertura.

Ao comparar os resultados nos três tipos de céu na orientação **Norte** (gráfico 5) é possível observar que no céu encoberto (CIE 1), dentre os modelos propostos para os brises, os melhores resultados foram obtidos utilizando brises do modelo 2 (qualquer acabamento), por permanecer na faixa desejável durante todo o dia. Nesta tipologia de céu, a ausência de proteção solar na abertura não resultou em níveis elevados de iluminância, fato decorrente da ausência de luz solar direta no ambiente. Já com céu Parcialmente nublado (CIE 10) e claro (CIE 14), o modelo 3 e 4 (refletância 0.2 e 0.5) obtiveram iluminâncias dentro ou próxima à faixa desejável ($500 \leq Em \leq 2000lx$), exceto nos horários de 11h às 13h. Nessas duas tipologias de céu, o ambiente sem proteção solar na abertura (modelo 1) apresentou valores excessivos de iluminância durante todo o dia.

Gráfico 5- Gráficos de Iluminância Média, em lux, nas três tipologias de céu. Orientação Norte.



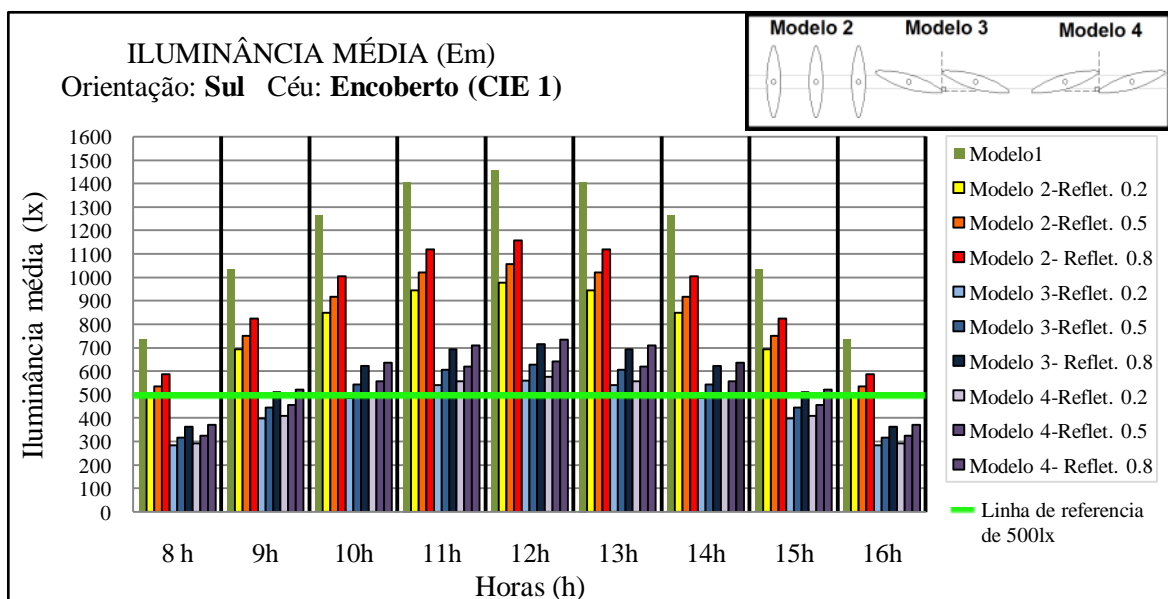
4.2.1.2 Orientação SUL

Ao observar o gráfico 6 correspondente ao resultado do céu encoberto (CIE 1) na orientação Sul, é possível constatar que, mesmo ausente de elementos proteção solar na abertura (modelo 1), o ambiente apresentou valores entre 500lx e 2000lx, intervalo desejável de luz natural. Nenhum dos modelos e acabamentos propostos indicou valores acima de 2000lx. Por outro lado, os modelos 3 e 4 apresentaram valores abaixo de 500lx, o que pode ser visto nos horários das 8h e 16h, independente do acabamento, e nos horários de 9h e 15h, com acabamentos 0.2 e 0.5.

No céu encoberto (CIE 1), considerando uma determinada hora do dia e refletância, os valores nos modelos 3 e 4 quase não se diferem, resultando em valores aproximados entre si e distanciados do modelo 2. Em comparação com abertura sem brise (modelo 1), o modelo 3, com acabamento 0.2, passa a reduzir em cerca de 61,5% a quantidade de luz no ambiente, maior redução dentre os modelos estudados. Já a menor redução, correspondente em média a 20,4%, pode ser observada entre o modelo 1 e modelo 2 (refletância 0.8), a qualquer hora do dia (gráfico 6). Mesmo assim, dentre os modelos (2, 3 e 4), o modelo 2 foi o único que manteve os valores de iluminância média acima de 500lx durante todo o dia, independente do acabamento das aletas (gráfico 6).

Quanto ao céu parcialmente nublado (CIE 10), orientação Sul (gráfico 7), a ausência de proteção solar na abertura aponta valores excessivos (acima de 2000lx) de

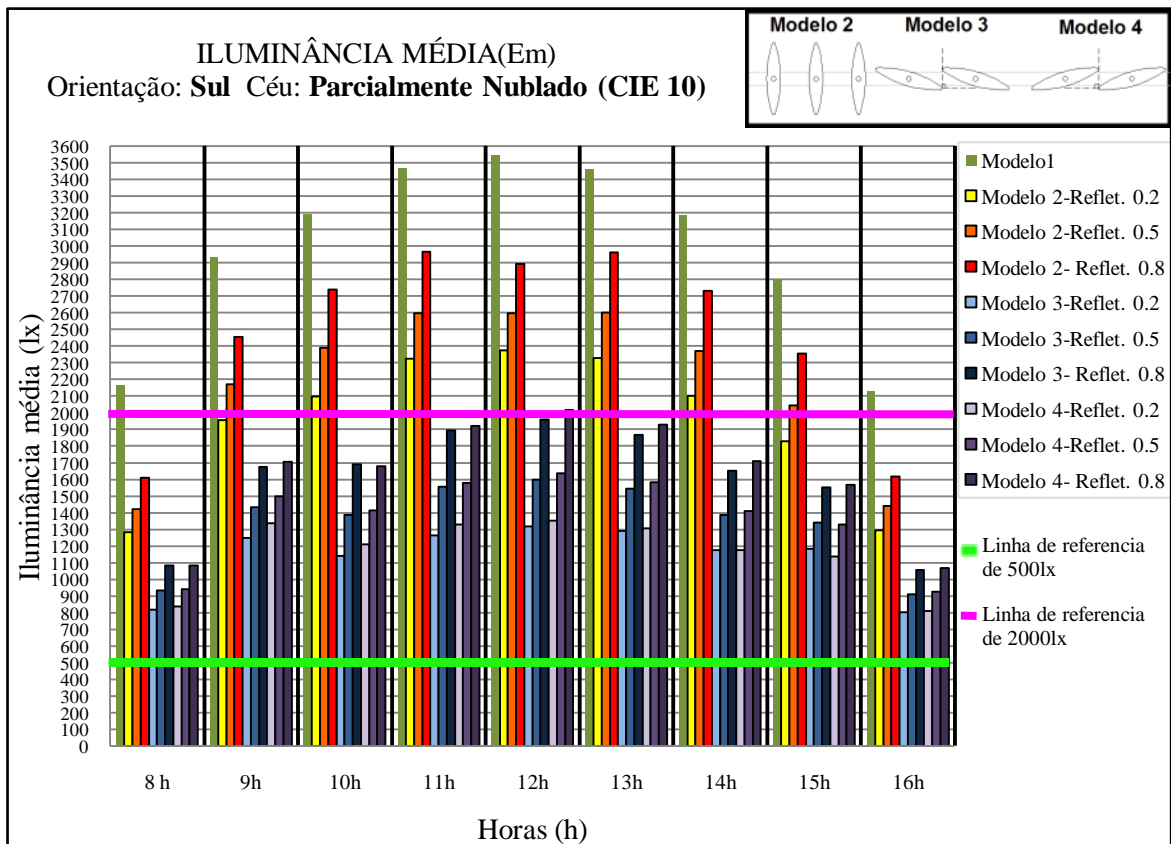
Gráfico 6-Iluminância média. Orientação Sul, CIE 1. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6



iluminância (cor verde). Com uso de brises (modelos 2,3 e 4) há uma redução na iluminância média, sendo esta redução menos acentuada no modelo 2 e mais acentuada nos modelos 3 e 4. Em comparação com o modelo 1 (sem proteção solar), o modelo 2 proporciona redução de 14% a 40%¹⁸ na quantidade de luz natural no ambiente mas, mesmo assim, permanece com valores elevados em quase todas as horas do dia e em quase todos os acabamentos para as aletas. Nos modelos 3 e 4, os valores permaneceram no intervalo desejável ($500lx \leq Em \leq 2000lx$) durante todo o dia, exceção apenas ao meio dia, quando o acabamento 0.8 no modelo 4, fez a média ultrapassar um pouco a linha dos 2000lx (linha verde). Considerando mesmo acabamento, estes dois modelos apresentaram valores aproximados entre si durante todo o dia, e certo afastamento dos modelos 1 e 2. O modelo 3 e 4 chega a captar em torno de 30% a 40% menos luz que o modelo 2, nas refletâncias 0.8, chegando a 44% nas refletâncias 0.2.

Também nos modelos 3 e 4, aletas com refletância 0.8 pode bloquear entre 42% e

Gráfico 7-Iluminância média. Orientação Sul, CIE 10. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6



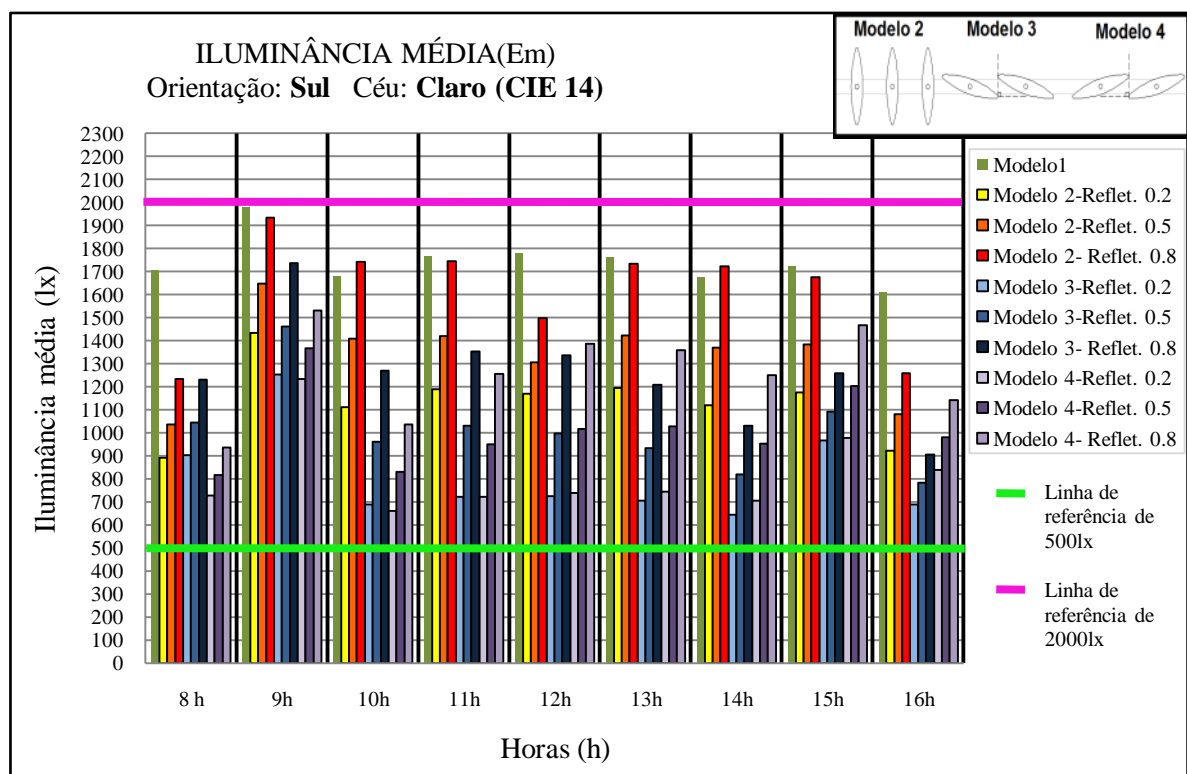
¹⁸Esse intervalo percentual refere-se a comparação do ambiente sem uso de elementos de proteção solar e o ambiente com uso de brises do modelo 2, a depender da hora e da refletância das aletas (14% refere-se ao modelo 2 na refletância 0.8 e 40% de redução refere-se ao modelo 2 na refletância 0.2).

50% de luz, quando comparado com ausência de brise na abertura. Já com acabamento 0.2, esse percentual aumenta, os brises passam a inibir em torno de 57% a 63% da luz natural incidente na abertura, provavelmente em decorrência da diminuição na passagem de luz por reflexão das aletas (gráfico 7).

No céu claro (CIE 14) (gráfico 8) todos os modelos apresentaram resultados dentro da faixa desejável de 500lx a 2000lx (intervalo entre a linha verde e rosa, respectivamente), em todas os acabamentos para as aletas e no intervalo simulado de 8h às 16h, mesmo sem componentes de proteção solar (modelo 1). Comparando ao modelo 1, os modelos 3 e 4 reduziram a entrada de luz natural no ambiente em todas as horas do dia e em todos os acabamentos porém, esta redução não tornou o nível de iluminação insuficiente. Já o modelo 2, na maior parte de horas do dia, demonstra valores próximo aos níveis de iluminação sem uso de proteção solar (exceção apenas às 8h, 12h e 16h). Também obteve maior redução de iluminância com aletas na cor cinza escuro (cor amarela no gráfico 8), por volta de 27% a 47% a menos que o modelo 1, seguidas das aletas nas cores bege (cor laranja no gráfico 8) e branca (cor vermelha no gráfico 8), com redução por volta de 16% a 39%.

De maneira geral, quanto aos acabamentos das aletas, no gráfico 8 pode ser visto a influência das refletâncias na disponibilidade de luz natural no ambiente. Como exemplo,

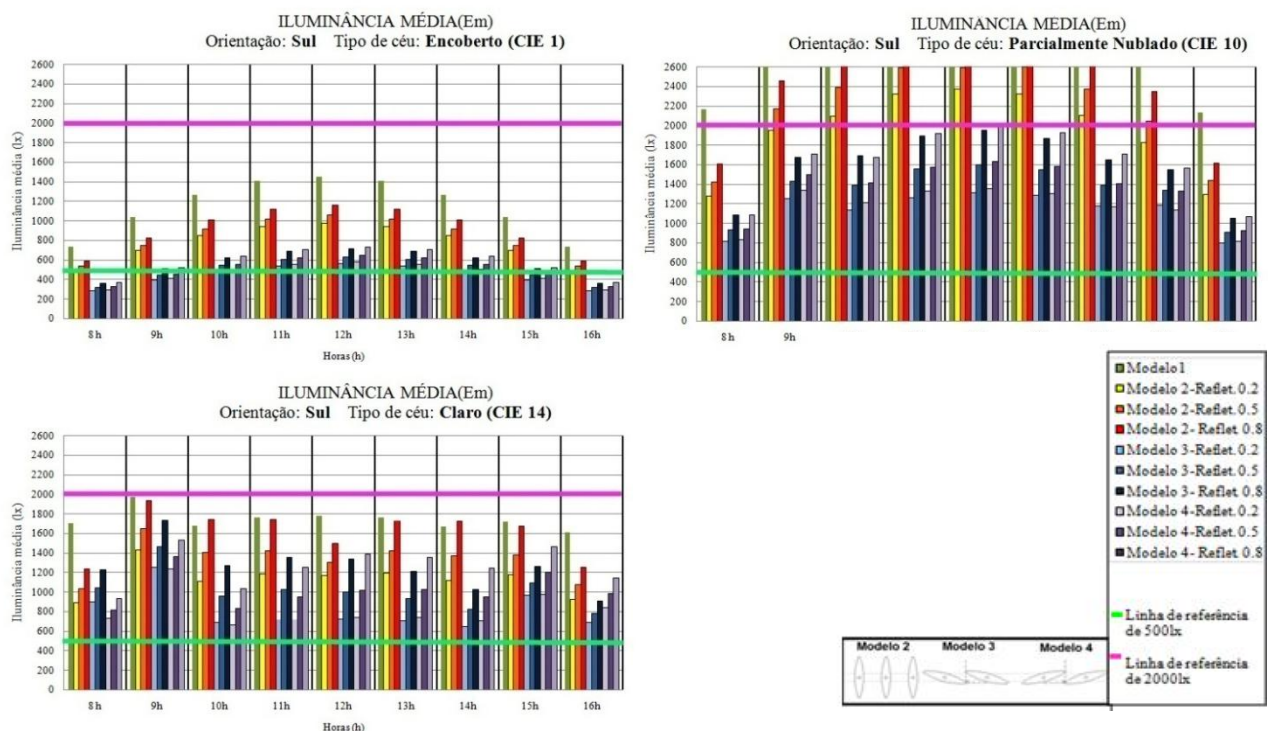
Gráfico 8-Iluminância média. Orientação Sul, CIE 14. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6



pode-se observar o modelo 2. Neste modelo as aletas na cor cinza escuro (refletância 0.2) chegam a captar entre 14% e 21% a menos de iluminância que a cor bege (refletância 0.5) e em torno de 26% a 36% a menos que o branco (0.8). No modelo 3, a refletância 0.2 capta entre 11% e 30% a menos de iluminação que a refletância 0.5, e entre 13% a 25% a menos que a refletância 0.8. Contudo, no CIE 14, todos os acabamentos proporcionaram resultados desejáveis nos níveis de iluminação (gráfico 8).

No gráfico 9, observando de forma comparativa todos os modelos, acabamentos e tipos de céu na orientação Sul, pode-se observar que os melhores resultados com céu encoberto foram obtidos com brises no modelo 2 em todas as refletâncias. Neste caso, a iluminância média anual permaneceu na faixa desejável durante todo o dia (8h às 16h). Da mesma forma que a orientação Norte, na orientação Sul o ambiente desprovido de elementos de proteção solar na abertura (modelo 1) também apresentou níveis desejáveis de luz natural (céu encoberto). No céu Parcialmente nublado, resultado desejável foi obtido durante todo o dia com o uso dos modelos 3 e 4. Nessa tipologia de céu, o ambiente sem proteção solar apresentou iluminância excessiva. Já no céu claro, todos os modelos 2, 3 e 4, bem como seus acabamentos, obtiveram resultados desejáveis de iluminância no ambiente, fato observado inclusive no ambiente desprovido de brises na abertura (modelo 1). Diante desse contexto, acredita-se que a inserção de brise na abertura, nesta orientação e tipologia de céu, pode

Gráfico 9- Gráficos de Iluminância Média, em lux, nas três tipologias de céu. Orientação Sul.

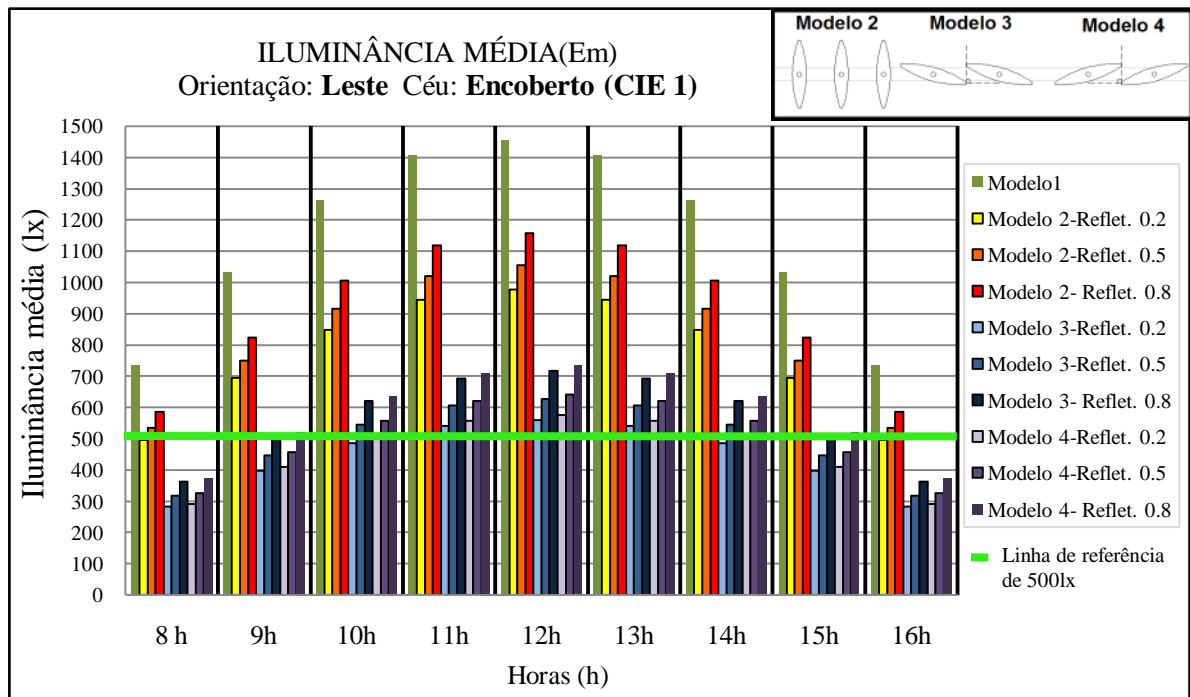


preservar níveis adequados de iluminação natural no ambiente através da luz difusa refletida pelas aletas dos brises.

4.2.1.3 Orientação LESTE

Para o céu encoberto (CIE 1) na orientação Leste (gráfico 10), os níveis de iluminação no modelo 1 apresentaram-se no intervalo desejável (entre $500\text{lx} \leq E_m \leq 2000\text{lx}$), com menor valor no início da manhã e fim de tarde. Ao meio dia, a iluminância captada no ambiente é maior, entretanto, permanece abaixo de 2000lx . No período de 8h às 12h houve um aumento de 49,3% na quantidade de luz natural, após o meio dia começa a decrescer com mesmo percentual. Esse cenário de aumento e declínio também pode ser visto nos modelos 3 e 4.

Gráfico 10-Iluminância média. Orientação Leste, CIE 1. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6



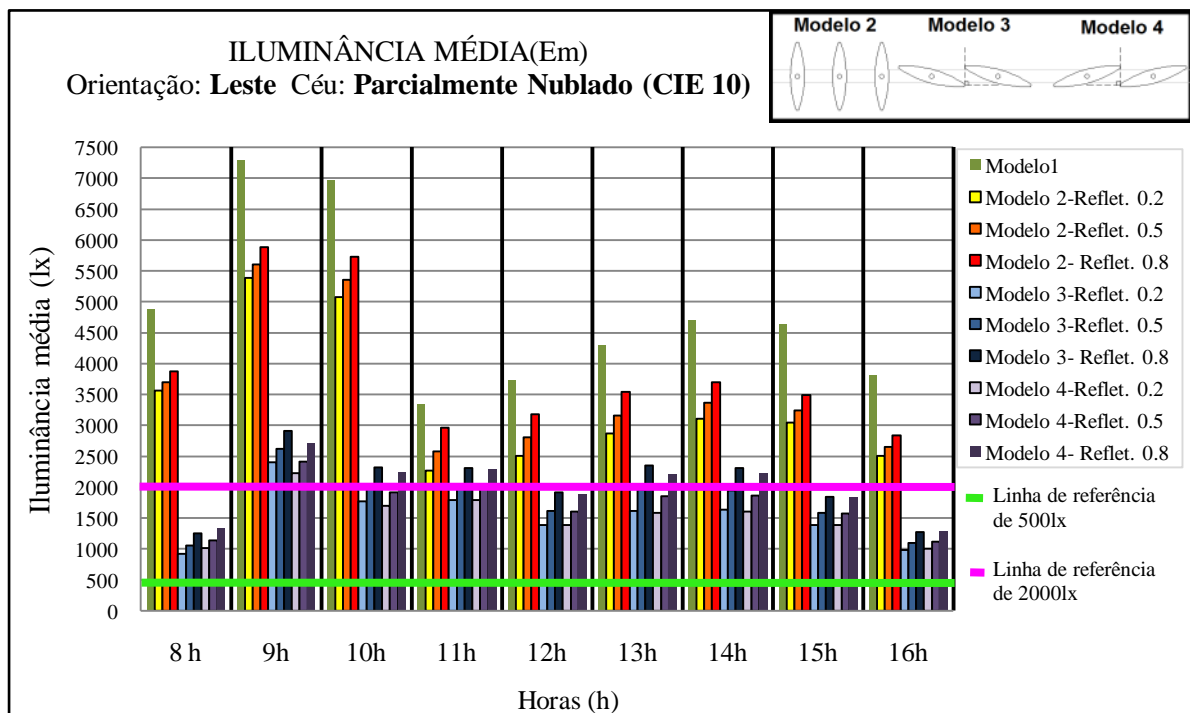
O modelo 2, em qualquer acabamento, permanece com valores desejáveis de iluminância durante todo o dia, possibilitando maior captação de luz nos horários de 11h às 13h. Às 8h e 16h há uma menor captação de luz natural, com valores próximos à linha de referência de 500lx (linha verde). Nos modelos 3 e 4, a iluminância média permaneceu abaixo da linha de referência nos horários das 8h e 16h, em todos os acabamentos. No entanto, no horário das 9h e 15h, apenas os brises com refletância 0.8 alcançaram valores desejáveis,

acima dos 500lx. No período das 10h às 14h, praticamente todos os modelos e acabamentos obtiveram resultados acima da linha de referência (exceção para o modelo 3, na refletância 0.2, às 10h e 14h) (gráfico 10).

O modelo 3 capta em torno de 42,7% a menos que o modelo 2, no acabamento 0.2, seguido de 40,5% no acabamento 0.5 e 38% no acabamento 0.8, durante todo o dia. No modelo 4 os resultados são semelhantes, sendo: 41% a menos que iluminância no modelo 2 na refletância 0.2; 39,1% a menos na refletância 0.5; e 36% a menos na refletância 0.8 (gráfico 10).

No céu parcialmente nublado (CIE 10) na orientação Leste (gráfico 11), o modelo 1 demonstra o excesso de luminosidade no ambiente, com iluminância acima de 2000lx ($E_m > 2000lx$) durante todo o dia. Valores mais elevados das 8h às 10h, ou seja, próximo ao nascer do sol. Mesmo com redução da luminosidade, os níveis permaneceram acima dos 2000lx.

Gráfico 11-Iluminância média. Orientação Leste, CIE 10. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6



Ao introduzir elementos de proteção solar na abertura (modelos 2, 3 e 4), a disponibilidade de luz natural é reduzida, sendo esta redução mais acentuada nos modelos 3 e 4, e menos acentuada no modelo 2. No gráfico 11, observa-se que o modelo 2 expõem valores acima de 2000lx em todos as horas simuladas, independente do acabamento das aletas. Por

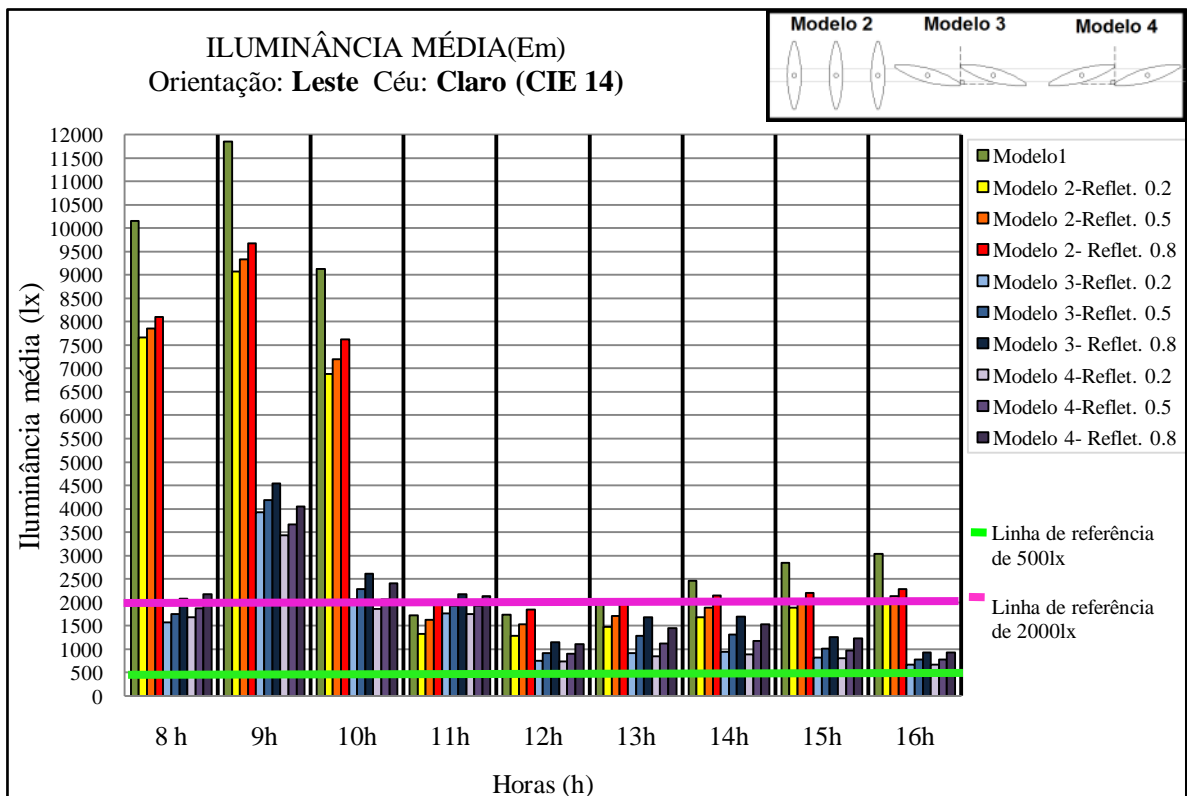
outro lado, o modelo 3 e 4 demonstram iluminâncias no intervalo desejável ($500lx \leq E_m \leq 2000lx$), nos horários das 8h, 12h, 15h e 16h.

Nos modelos 3 e 4, aletas com acabamento 0.2 e 0.5 conseguem obter níveis adequados de iluminação praticamente durante todo o dia (exceto às 9h). Já no acabamento 0.8, valores excessivos são apontados às 9h, 10h, 11h, 13h e 14h. Dentre os modelos e acabamentos, a maior redução percentual de iluminância com uso de brises ocorreu às 8h, quando os modelos 3 e 4, na refletância 0.2, passaram a captar cerca de 81% a menos de luz natural que o modelo 1, seguido de 78% na refletância 0.5 e 74% na refletância 0.8 (gráfico 11). Nesta tipologia de céu, os modelos 3 e 4 apresentaram melhores resultados, se comparado com demais modelos (1 e 2).

No céu claro (CIE 14), orientação Leste (gráfico 12), o modelo 1 demonstra o excesso de luminosidade ($E_m > 2000lx$) apenas no início da manhã (8h, 9h e 10h) e fim de tarde (14h, 15h e 16h). De 11h às 13h, quando o sol encontra-se no zênite, o ambiente apresenta iluminância desejável, entre $500lx \leq E_m \leq 2000lx$.

No momento em que se adota brise na abertura (modelos 2, 3 e 4), a quantidade de luz no ambiente é reduzida em quase todas as horas do dia, exceto às 11h quando as aletas

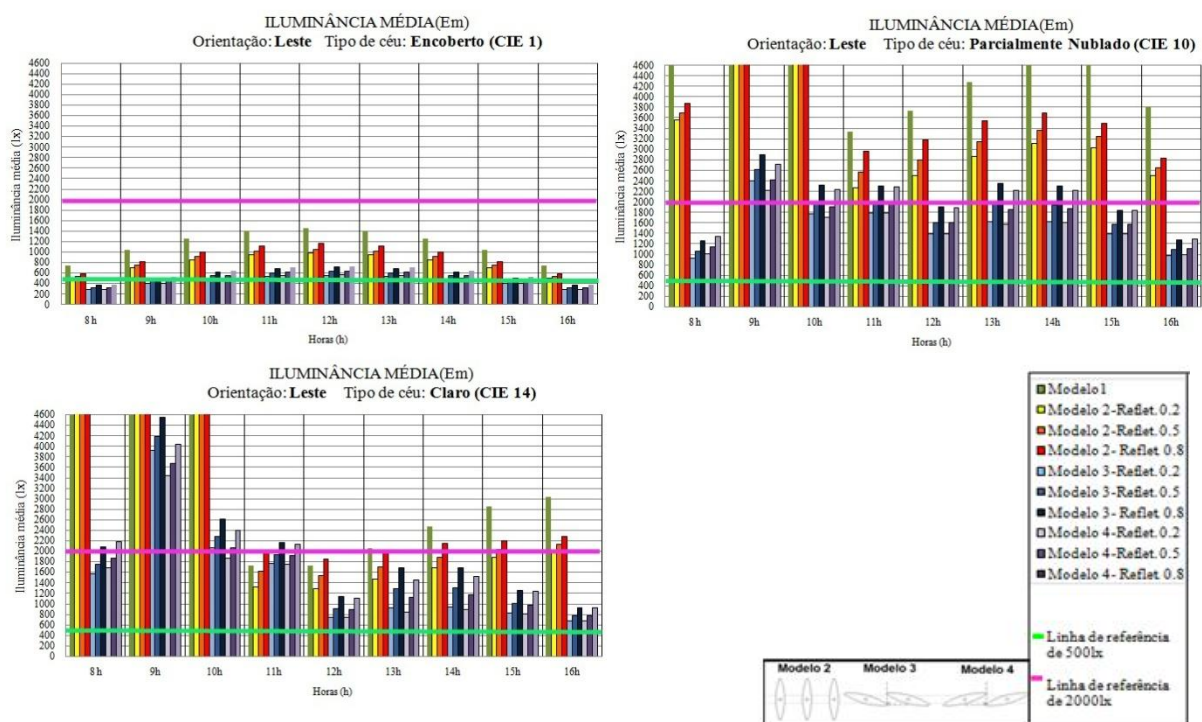
Gráfico 12- Iluminância média. Orientação Leste, CIE 14. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6



com refletância 0.8 passam a captar cerca de 21% a mais de luz que aberturas sem brise (modelo 1). A maior redução pode ser constatada às 8h, quando o modelo 3 e 4 (refletância 0.2) demonstra redução de cerca de 84,5% a menos da iluminância do modelo 1. Neste horário e modelos, a refletância 0.2 e 0.5 contribuíram para proporcionar níveis de iluminação desejáveis no ambiente, o que difere da refletância 0.8, com resultados acima de 2000lx. Às 9h e 10h, apesar da redução da luminosidade, somente o modelo 4 na refletância 0.2 permanece no intervalo de $500lx \leq Em \leq 2000lx$, no horário das 10h. Das 11h às 16h, todos os modelos apresentaram níveis de iluminação desejável (intervalo entre a linha rosa e verde), exceto: modelo 3 e 4 na refletância 0.8 (11h); e modelo 1 na refletância 0.5 (15h e 16h) e na refletância 0.8, das 13h às 16h. Diante do exposto no gráfico 10, vale observar que os modelos 3 e 4 obtiveram resultados mais satisfatórios durante o dia, se comparado com modelo 1 e 2, visto que encontram-se entre a faixa verde e rosa (intervalo desejável de iluminância média).

Na visualização simultânea dos resultados (gráfico 13) é possível observar que modelo 2, em todos os acabamentos, obteve resultados desejáveis quando o céu está encoberto. Nesse tipo de céu, o ambiente não necessita do uso de brise, visto que obteve níveis desejáveis de iluminância durante todo o dia. No céu parcialmente nublado, observou-se melhores resultados com uso de brises dos modelos 3 e 4, principalmente nas refletâncias

Gráfico 13- Gráficos de Iluminância Média, em lux, nas três tipologias de céu. Orientação Leste.

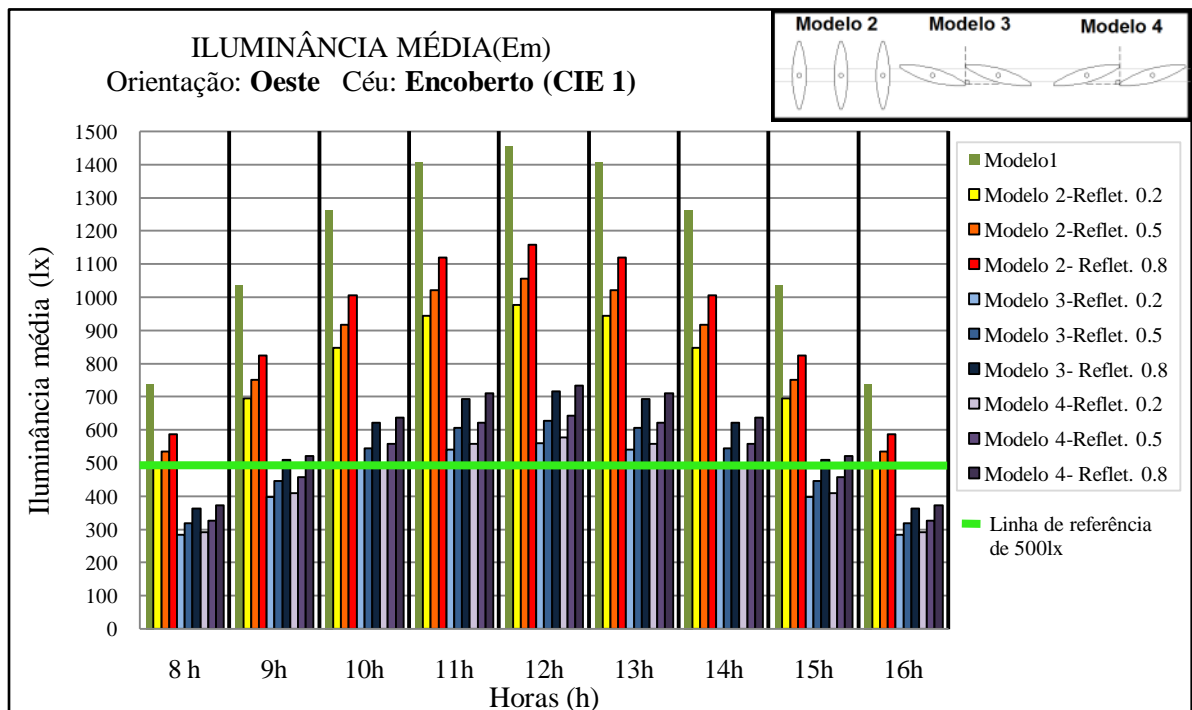


0.2 e 0.5, exceção apenas para as 9h onde nenhum dos modelos permaneceu no intervalo de $500 \text{ lx} \leq E_m \leq 2000 \text{ lx}$. Com céu claro, os modelos 3 e 4 na refletância 0.2 conseguiu manter os níveis de iluminância dentro da faixa desejável, com exceção apenas às 9h onde nenhum modelo e refletância atingiu o intervalo.

4.2.1.4 Orientação OESTE

Na orientação Oeste para céu CIE 1 (gráfico 14), o modelo 1 em verde expõe valores de iluminância média no intervalo de 500 lx e 2000 lx . Durante a manhã, há um crescimento na quantidade de luz com o passar das horas, aumentando até o horário de meio dia (12h). A partir daí, o nível de iluminação começa a decrescer até chegar às 16h. O menor valor (próximo a 700 lx) pode ser visto no início e fim do dia, e maiores valores (por volta de 1400 lx e 1500 lx) entre 11 h e 13h. Esses resultados apontam para o fato de não necessitar do uso de proteção solar na abertura para obter níveis adequados de iluminação no interior do ambiente simulado, visto que se mantiveram com níveis desejáveis de luz natural.

Gráfico 14-Iluminância média. Orientação Oeste, CIE 1. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6



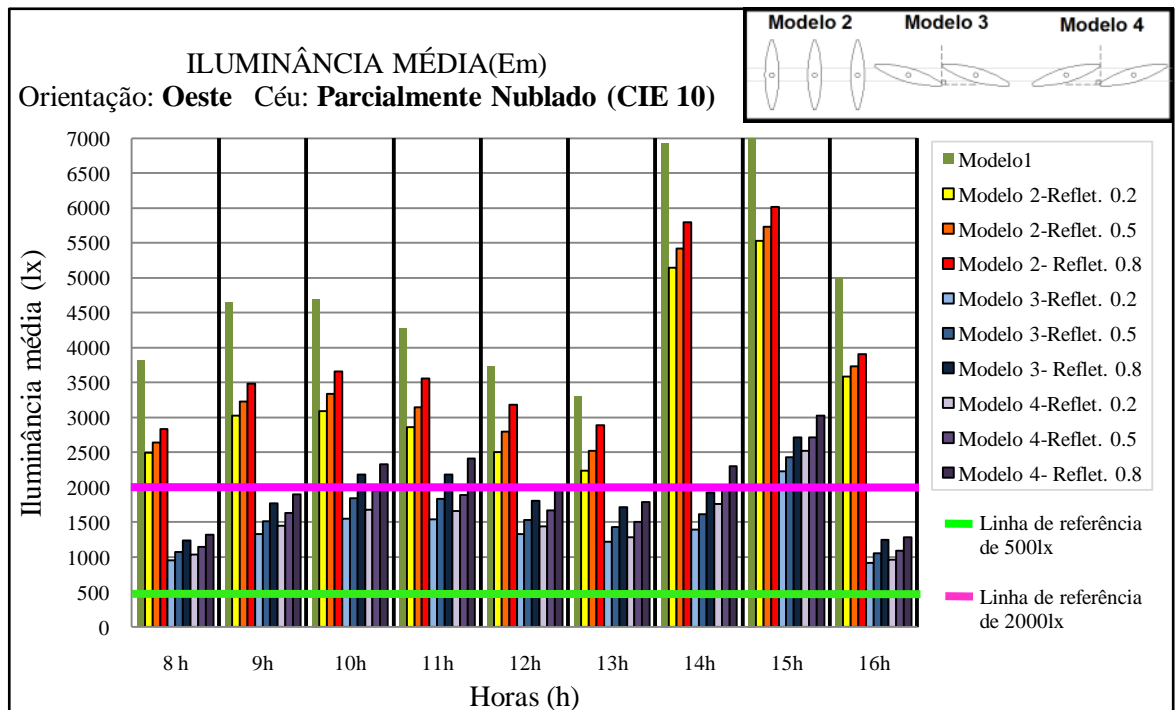
No momento em que brises são inseridos na abertura (modelos 2, 3 e 4), a quantidade de luz no ambiente é reduzida. No modelo 2 esta redução foi menor que modelo 3 e 4, representa cerca de 20% na refletância 0.8, e 32% na refletância 0.2, durante todo o dia.

Já no modelo 3 e 4 a redução foi em torno de 50% na refletância 0.8 e 61% na refletância 0.2, todos em comparação com modelo 1. A refletância 0.5 proporciona resultados com valores medianos aos dados na refletância 0.2 e 0.8.

Podemos observar ainda no gráfico 14 que os modelos 3 e 4 apontaram valores abaixo de 500lx, ou seja abaixo do desejável, nos horários de 8h, e 16h, em todos acabamentos, e às 9h e 15h, nos acabamentos 0.2 e 0.5. Por outro lado, o modelo 2, independente do acabamento e hora do dia, expõem valores no intervalo desejável ($500lx \leq E_m \leq 2000lx$), exibindo resultados mais satisfatório quanto a iluminância média disponibilizada no ambiente durante todo o dia (gráfico 14).

Na tipologia de céu parcialmente nublado (CIE 10) (gráfico 15), orientação Oeste, a janela desprovida de elemento de proteção aponta excesso de luz natural no ambiente nos horários simulados (modelo 1, em verde), assinalando valor mais baixo, entre 3000lx e 3500lx, às 13h e valor mais alto (acima dos 7000lx) às 15h. Nota-se maior excesso de luminosidade após às 14h, quando a orientação da janela e a altura solar facilitam a entrada de raios solares no ambiente. Às 13h a iluminância média é cerca de 52,5% menor que a iluminância encontrada às 14h, maior percentual de diferença de iluminância no modelo 1.

Gráfico 15-Iluminância média. Orientação Oeste, CIE 10. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6



Ao incluir na abertura brises do modelo 2 (gráfico 15), houve uma redução na quantidade de luz no ambiente, porém não foi suficiente para proporcionar níveis adequados de iluminância, permanecendo com valores excessivos ($E_m > 2000\text{lx}$) durante todo o dia e independente dos acabamentos das aletas (cor amarela, laranja e vermelho). Maiores valores são vistos no horário das 14h às 16h.

Por outro lado, a inclusão dos brises com modelos 3 e 4 forneceu níveis desejáveis de iluminância média nos horários de 8h, 9h, 12h, 13h e 16h, em todos os acabamentos propostos. Em comparação com modelo 1, às 16h os modelos 3 e 4 (refletância 0.2) obtiveram em torno de 81%, de redução no nível de iluminação, maior percentual entre os modelos e os horários simulados. Às 14h, a redução foi de 74% (modelo4) a 80% (modelo 3), ambas no acabamento 0.2 . Ainda com relação aos modelos 3 e 4, no horário das 10h, 11h e 14h apenas os acabamentos 0.8 obtiveram valores acima dos 2000lx, às 15h todos os acabamentos demonstraram valores excessivos (gráfico 15).

Em todos os modelos, a redução de luz natural foi maior quando inserido brises com aletas na cor cinza escuro (refletância 0.2) e menor redução com aletas brancas (refletância 0.8) (gráfico 15). Os acabamentos 0.2 e 0.5 proporcionaram resultados mais satisfatórios (desejáveis) durante todo o dia, nos modelos 3 e 4 (exceto 15h). No modelo 2 a diferenciação nas cores das aletas reduziu mas, não proporcionou quantidade desejável de luz natural no ambiente.

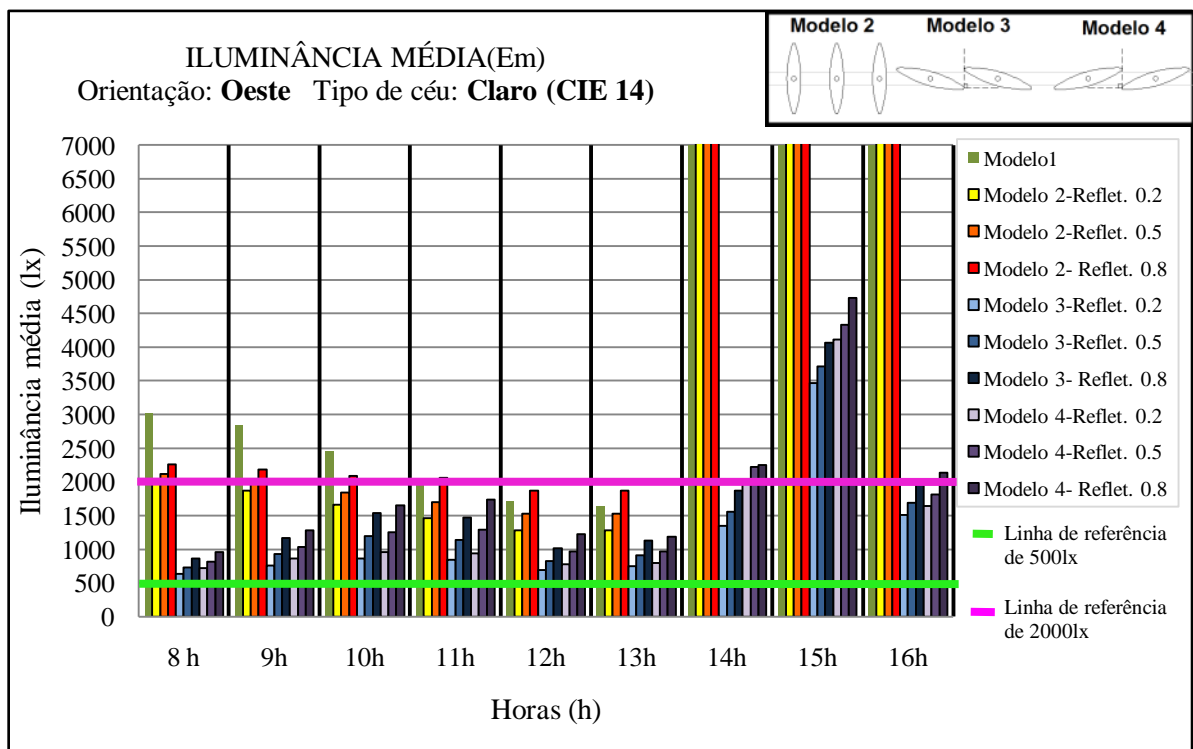
No gráfico 16 estão expostos os resultados processados para o céu claro (CIE 14), orientação Oeste. Ao observar o modelo 1 (cor verde) é possível notar que a iluminância média no início da manhã (de 8h às 10h), mesmo decaindo, encontra-se com valores excessivos ($E_m > 2000\text{lx}$). O mesmo ocorre no início da tarde e próxima ao por do sol (14h às 16h) quando os valores ultrapassam os 7000lx. De 11h às 13h, o ambiente sem proteção solar apresentou valores na faixa desejável ($500\text{lx} \leq E_m \leq 2000\text{lx}$), esse fato provavelmente ocorreu em decorrência da posição solar, próximo ao zênite.

Ao inserir brises do modelo 2, em comparação com modelo 1 (sem brise), os dados processados apontaram redução na iluminância média no horário das 8h às 10h e das 14h às 16h, em todos os acabamentos para as aletas. Já de 11h às 13h a redução só ocorreu nos acabamentos 0.2 e 0.5, sendo o acabamento 0.8 responsável por captar: 1,2% a mais de iluminância encontrada no modelo 1 (11h); 7,80 % a mais de iluminância às 12h e 11,7% às 13h. Vale destacar que às 8h, 14h, 15h e 16h os níveis de iluminação captada pelo modelo 2 mostraram valores excessivos em todos os acabamentos. De 9h às 11h apenas o acabamento

0.8 esboçou valores acima de 2000lx, enquanto de 11h às 13h todos os acabamentos proporcionaram níveis desejáveis de iluminação no ambiente (gráfico 16).

Em relação aos modelos 3 e 4, a iluminância média permaneceu no intervalo desejado ($500lx \leq Em \leq 2000lx$) no horário de 8h às 13h. Às 14h, apenas o modelo 4, no acabamento 0.5 e 0.8, ultrapassou a linha de referência de 2000lx (linha rosa) (gráfico 16). Às 15h todos os acabamentos proporcionaram iluminação excessiva ao ambiente, reduzindo-se a níveis desejáveis no horário das 16h (exceto no modelo 4 refletância 0.8) (gráfico 16). Das 15h às 16h o modelo 4 apresentou maior redução nos níveis de iluminação, em comparação com modelo 3, com iluminância reduzida em 60,2%, na refletância 0.2, 58,1% na refletância 0.5 e 54,8% na refletância 0.8.

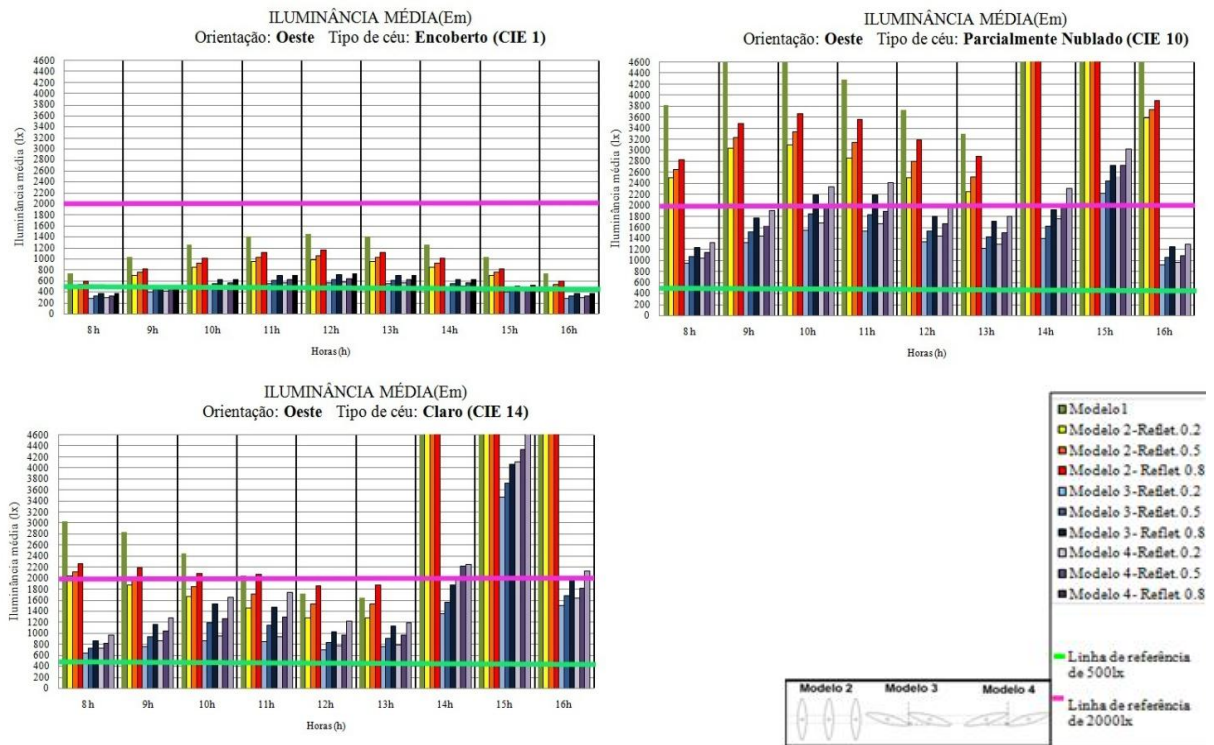
Gráfico 16-Iluminância média. Orientação Oeste, CIE 14. Dados fornecidos pelo programa TropLux 6



No gráfico 17, observando de forma comparativa todos os modelos, acabamentos e tipos de céu na orientação Oeste, observa-se que os melhores resultados para céu encoberto foram encontrados com uso de brises do modelo 2, em todos os acabamentos. O ambiente também mostrou que não necessita adotar brises na abertura nesta tipologia de céu, visto que apresentou nos resultados iluminâncias entre $500lx \leq Em \leq 2000lx$. Já em céu Parcialmente Nublado a inserção de brises (modelos 2, 3 e 4) reduziu os valores excessivos de iluminâncias

encontrados no ambiente (modelo 1). Tanto em céu Parcialmente Nublado quanto no céu Claro os melhores resultados são obtidos com uso dos modelos 3 e 4, principalmente nas refletâncias 0.2 e 0.5. No céu Claro às 15h todos os modelos e refletâncias forneceram iluminâncias excessivas no ambiente.

Gráfico 17- Gráficos de Iluminância Média, em lux, nas três tipologias de céu. Orientação Oeste.



4.2.2 Quanto à distribuição de iluminâncias

Quanto à distribuição de iluminância no ambiente, um dos dados processados no programa refere-se aos valores de Delta (DeltaMedMin), mencionado no capítulo 2 (p.24) e corresponde ao fator de uniformidade das iluminâncias da NBR ISSO/CIE 8995-1 (2013). O estudo buscou averiguar a relação numérica desse índice, correlacionando-o com o valor determinado pela norma de 0,7 ou 70%.

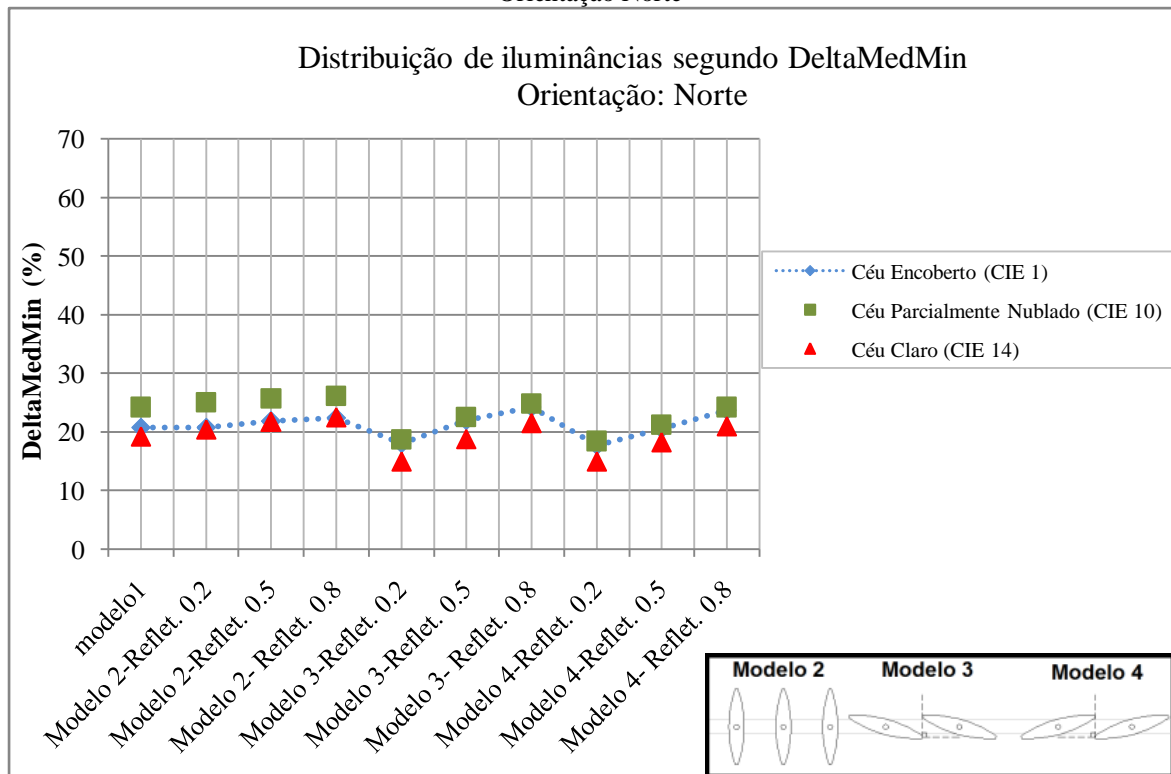
Para facilitar a análise, os resultados foram agrupados em gráficos, separados conforme a orientação (Norte, Sul, Leste e Oeste) da abertura. Em cada gráfico foi exposto, em porcentagem (%), as médias anuais de DeltaMedMin. de cada modelo e tipologia de céu,

no horário das 08h às 16h. A influência do acabamento e posicionamento das aletas, na distribuição de luz, contribuiu na leitura e interpretação dos resultados.

4.2.2.1 Orientação Norte

Na orientação Norte (gráfico 18), o céu parcialmente nublado (CIE10) apresentou maiores índices de delta, em comparação com demais tipologias de céu (CIE 1 e 14). Nesta comparação, a entrada de luz solar difusa e direta no ambiente proporcionou maior uniformidade na sua distribuição, visto que as taxas de variação de DeltaMedMin apresentaram maiores percentuais. O céu claro (CIE 14) apresentou os piores índices, distanciando ainda mais de fornecer uma distribuição de iluminância adequada ($U \geq 0,7$ ou 70%).

Gráfico 18- Gráfico da relação entre o DeltaMedMin e os modelos estudados, em cada tipologia de céu.
Orientação Norte



Observa-se nos modelos 2, 3 e 4, que o aumento no grau de refletância das lâminas ocasiona uma melhora na distribuição de luz no ambiente. Esse fato pode ser visto nos valores crescentes de DeltaMedMin, em cada modelo e tipologia de céu simulado. Ao inserir brises do modelo 3 e 4 em abertura desprovida de proteção (modelo 1), a uniformidade

na distribuição de luz natural tende a piorar com o uso de acabamentos com refletância 0.2 e 0.5. Na inserção de brises do modelo 2, os dados processados apresentam uma melhor nos índices de DeltaMedMin em todos os acabamentos, principalmente quando o céu encontra-se parcialmente nublado (CIE 10) e claro (CIE 14).

Apesar do resultado citar “melhora” na uniformidade na distribuição de luz natural, durante a comparação entre os modelos, acabamentos e tipos de céu, o valor de DeltaMedMin permaneceu abaixo dos 30% em todas as simulações realizadas na orientação Norte. Esse percentual encontra-se bem abaixo do estipulado pela NBR ISO 8995-1/2003, que determina índice maior que 70% ($U \geq 0,7$).

4.2.2.2 Orientação Sul

Na orientação Sul (gráfico 19) todas as tipologias obtiveram melhores percentuais de DeltaMedMin com o céu CIE 14, seguidos do céu CIE 10 e CIE 1, respectivamente. Maiores taxas de variação podem ser vistos entre o céu encoberto (CIE 1) e claro (CIE 14), onde pode-se concluir que o aumento da nebulosidade reduz os índices de uniformidade de luz no interior do ambiente.

No uso de brises do modelo 2, ao comparar com o modelo 1, os acabamentos 0.2, 0.5 e 0.8, pouco influenciaram nos níveis de uniformidade, quando observado o mesmo tipo de céu. Nessa comparação, os valores de DeltaMedMin obtiveram resultados similares em torno de 30% a 35% no céu CIE 14, E 20% A 23% no céu CIE 1.

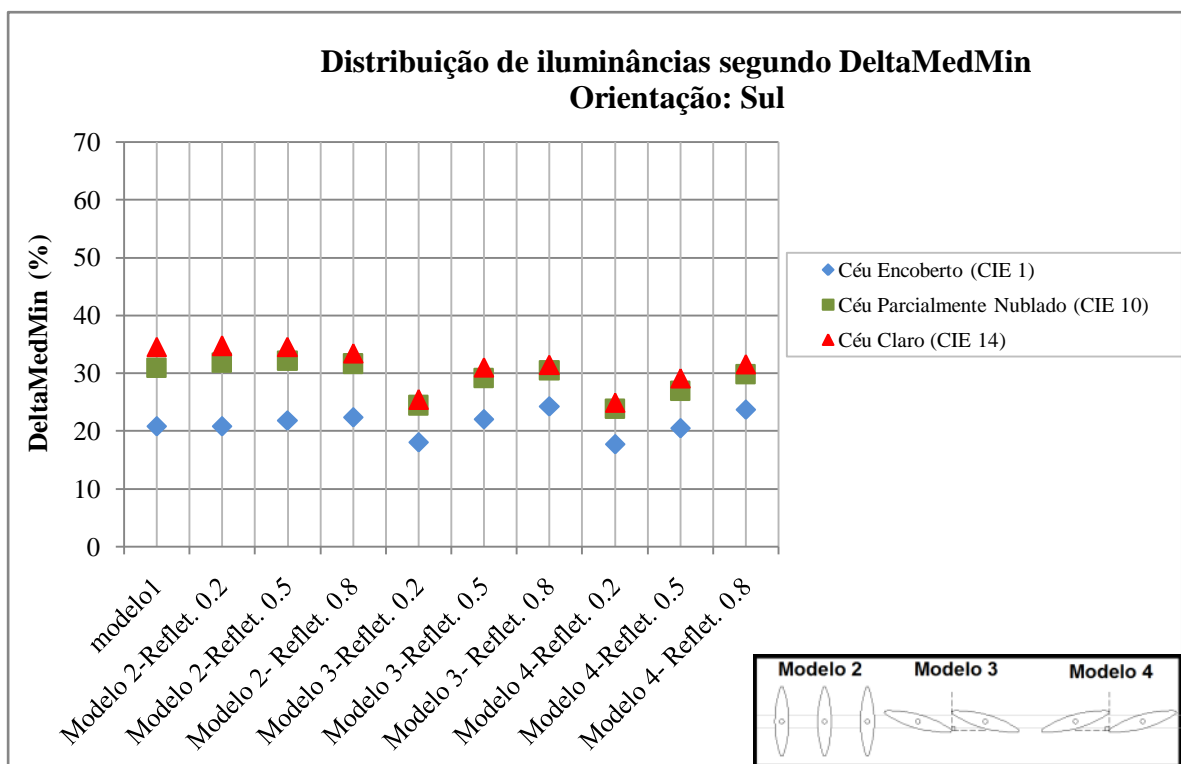
Os modelos 3 e 4 apresentaram resultados semelhantes. Quanto o ambiente sem proteção solar (modelo 1) insere brises dos modelos 3 e 4, os percentuais de DeltaMedMin é reduzido, em todos os acabamentos, no céu CIE 10 e 14. No céu CIE 1, a redução nos valores da uniformidade de iluminâncias no ambiente apenas é detectado no acabamento 0.2, nos demais acabamentos (0.5 e 0.8) a uniformidade é crescente, quando comparados com os resultados do modelo 1 (gráfico 19).

Diante dos modelos e resultados processados, os índices de uniformidade permaneceram abaixo de 35%, sendo em torno de 20% a 35% nos modelos 1 e 2, e 18% a 32% nos modelos 3 e 4, a depender do tipo de céu. Assim como ocorreu na orientação Norte, os índices na orientação Sul não atingiram valores acima dos 70% estipulados na NBR ISSO 8995-1(2013).

4.2.2.3 Orientação Leste

Na orientação Leste (gráfico 20), com a ausência de proteção na janela, o valor de DeltaMedMin apresenta melhor resultado no céu parcialmente nublado (CIE 10), seguidos do CIE 1 e 14, respectivamente. Nessa orientação, a entrada de luz solar direta contribui para uma menor uniformidade na distribuição de luz natural no ambiente, situação também verificada com a utilização de brises do modelo 2.

Gráfico 19-Gráfico da relação entre o DeltaMedMin e os modelos estudados, em cada tipologia de céu. Orientação Sul

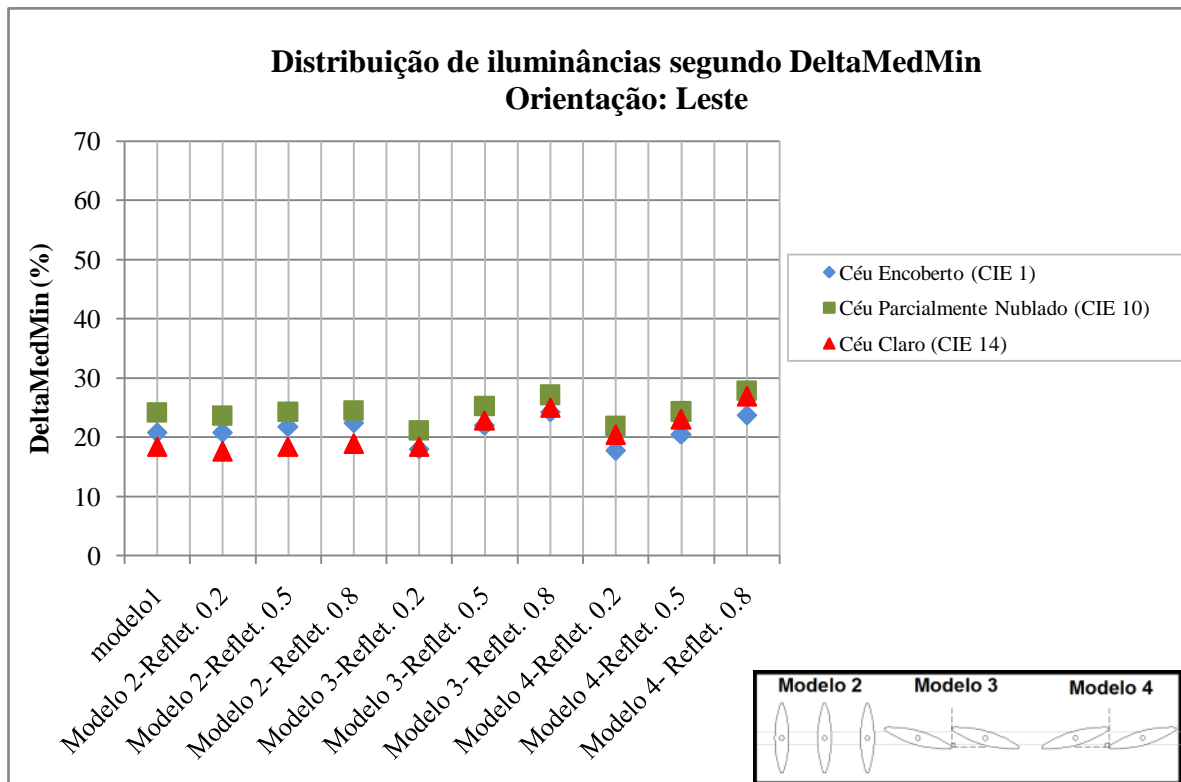


O modelo 3 apresentou resultado similar para o céu encoberto (CIE 1) e claro (CIE14), quando observado os acabamentos, com resultados abaixo dos índices apresentados no céu CIE 10. Assim como o modelo 3, o modelo 4 proporcionou maior uniformidade com CIE 10, seguido do CIE 14 e CIE 1, respectivamente (gráfico 20).

Ao comparar os modelos 2, 3 e 4, seu acabamentos e os três tipos de céu, com o modelo 1 (sem brise), pode-se observar que o modelo 2 apresentou pequeno percentual de ganho em uniformidade nos três acabamentos estudados, sendo esse crescimento maior na refletância 0.8. No modelo 3, o uso de brise com refletância 0.2, apesar de preservar o índice de DeltaMedMin no CIE 14, ocasionou diminuição de valores no CIE 1 e CIE 10. Nas

refletâncias 0.5 e 0.8, houve um aumento dos índices nos três tipos de céu. Com o uso de brise do modelo 4, houve uma melhora nos índices de uniformidade em todos os céus, com aletas na refletância 0.8, e com refletância 0.5 no CIE 14. Na refletância 0.2, o percentual de DeltaMedMin foi reduzido, em todos os céus estudados.

Gráfico 20-Gráfico da relação entre o DeltaMedMin e os modelos estudados, em cada tipologia de céu. Orientação Leste



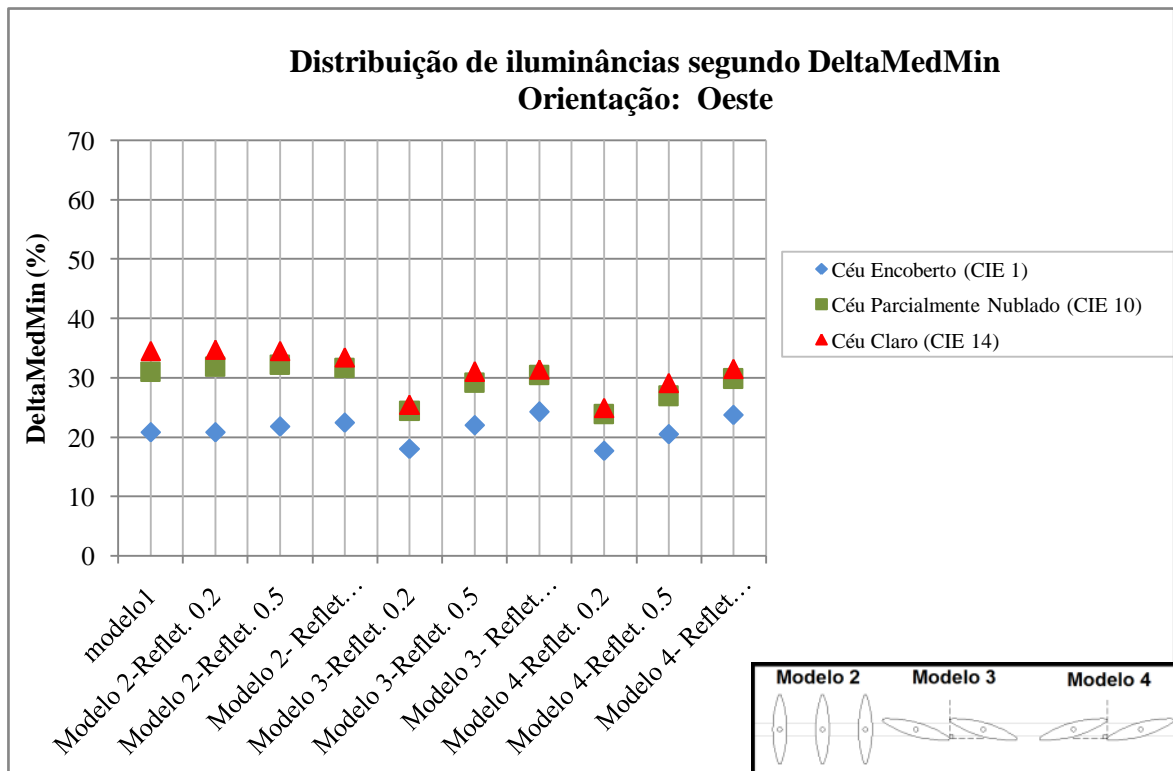
Os resultados processados nas simulações apontaram percentuais abaixo de 30%, o que demonstra estar abaixo do especificado na NBR ISSO 8995-1/2013 ($U \geq 0,7$ ou 70%).

4.2.2.4 Orientação Oeste

Em aberturas direcionadas para Oeste, os dados processados demonstram que o ambiente sob condições de céu claro (CIE 14) obteve maior uniformidade na distribuição de luz natural, em comparação com demais tipologias de céu. Pode-se observar que o aumento da nebulosidade, frente aos modelos simulados a Oeste, proporciona menores valores de DeltaMedMin (gráfico 21).

No ambiente sem proteção solar, os índices apresentaram por volta de 20% no CIE 1, 30% no CIE 10 e 35% no CIE 14. No momento em que é inserido, na abertura sem proteção, o brise do modelo 2, os percentuais de DeltaMedMin sofreram em torno de 3% a 5% de aumento nas três refletâncias e tipos de céu, exceto na refletância 0.8 no CIE 14 (onde o percentual foi reduzido em média 2%) (gráfico 21).

Gráfico 21-Gráfico da relação entre o DeltaMedMin e os modelos estudados, em cada tipologia de céu. Orientação Oeste



Com a inserção de brise dos modelos 3 e 4, houve uma diminuição na uniformidade na distribuição de luz no ambiente, em todas as refletâncias no CIE 10 e CIE 14, e na refletância 0.2 no CIE 1. No céu encoberto (CIE 1), esse modelo obteve um crescimento nos índices de DeltaMedMin nas refletâncias 0.5 (modelo 3) e na refletância 0.8 (modelos 3 e 4).

Apesar do aumento das refletâncias das aletas contribuir para o aumento dos valores de DeltaMedMin, isso não foi suficiente para garantir níveis adequados de uniformidade na distribuição de luz natural no ambiente, cujo percentual desejável deveria ser maior que 70% (segundo ABNT, 2013).

5 DIAGNÓSTICO DA PESQUISA E RECOMENDAÇÕES PARA USO DE ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR NA ARQUITETURA HOSPITALAR

Este capítulo traz informações que complementam os estudos quanto à relação entre brises verticais móveis, Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) e iluminação natural, bem como sua analogia com o espaço arquitetônico, de modo a potencializar o aproveitamento de luz natural no ambiente e proporcionar melhor qualidade visual ao usuário.

É possível mencionar que o conhecimento, quanto à inserção apropriada dos brises móveis e à captação de luz natural, por eles proporcionados, possibilita ao profissional da área projetar de forma adequada ambientes visando um maior conforto luminoso do espaço. Desta forma, conforme os resultados e análises explanadas neste trabalho, uma tabela foi elaborada relacionando o tipo de céu e as horas anuais com a tipologia de brise vertical móvel mais recomendado em cada orientação (tabela 4). Assim, a tabela explica o diagnóstico de todo o estudo realizado e, ao mesmo tempo, apresenta os modelos e acabamentos recomendados, quanto à inserção de brises verticais móveis em enfermarias coletivas, com padronização arquitetônica similar ao objeto de estudo deste trabalho, na cidade de Maceió- AL. Nela, foram priorizados e assinalados os modelos e acabamentos no qual apresentaram resultados adequados de Iluminância média anual, ou seja, dentro do intervalo de 500lx a 2000lx. Em situações onde o valor de iluminância média não atingiu esse intervalo, considerou-se o modelo e acabamento mais próximo do intervalo desejável ($500 \text{ lx} \leq E \leq 2000 \text{ lx}$). Nenhuma das situações e modelos simulados apresentou valor no intervalo considerado insuficiente, ou seja, $E < 100 \text{ lx}$.

Em aberturas ao Norte, por exemplo, o modelo 2 apresentou valores adequados de IULN em todas as horas do dia quando o céu apresenta-se encoberto (CIE 1). No CIE 10 e 14, pode-se considerar que o modelo 3 na refletância 0.2 proporcionou níveis adequados de iluminação na maior parte do dia. Essa tipologia, embora não ter conseguido captar iluminância desejável no horário de 11h às 13h (CIE 10) e 11h(CIE 14), foi a que mais se aproximou. No CIE 14, o modelo 4 (refletância 0.2) foi o que mais se aproximou do intervalo desejado de $500 \text{ lx} \leq E \leq 2000 \text{ lx}$ às 13h.

Em aberturas direcionadas ao Sul, em dias de céu encoberto (CIE 1), o uso de brises do modelo 2, nas três refletâncias estudadas para as aletas, proporciona níveis adequados de iluminação natural no ambiente durante todo o dia (8h às 16h). Fato observado também no CIE 10 com os modelos 3 e 4 onde, quaisquer que sejam os acabamentos (0.2, 0.5 ou 0.8), a

iluminância média anual permanecerá no intervalo entre 500lx e 2000lx. No céu CIE 14, todos os modelos e acabamentos apresentaram níveis adequados de iluminação.

Ao Leste, com céu CIE 1, os dados processados demonstraram que os brises do modelo 2 apresentaram quantidade de luz natural adequada, independente do acabamento utilizado nas aletas, em todas as horas simuladas. No céu CIE 10, os resultados mais satisfatórios foram os modelos 3 e 4 na refletância 0.2, com iluminância média desejada em todas as horas simuladas, exceto às 9h onde os valores passaram de 2000lx. Apesar disso, para o CIE 10 e 14 às 9h, essas tipologias e acabamento representaram o valor mais próximo do limite estabelecido na norma de 2000lx. No CIE 14, o modelo 3 (refletância 0.2) conseguiu valores desejáveis de IULN durante todo o dia (tabela 4).

Na orientação Oeste, o uso de brise do modelo 2 em dia de céu encoberto (CIE 1), acarreta na disponibilidade de luz natural em nível desejável durante todas as horas simuladas.

Tabela 4-Tabela do diagnóstico das simulações, relacionando o tipo de céu e as horas anuais com a tipologia de brise vertical móvel mais recomendado em cada orientação

| | NORTE | | | SUL | | |
|-----|-----------|---------------|-------------|-----------|---------------|------------|
| | E (CIE 1) | PN (CIE 10) | C (CIE 14) | E (CIE 1) | PN (CIE 10) | C (CIE 14) |
| 8h | MODELO 2 | TODOS | TODOS | MODELO 2 | TODOS | TODOS |
| 9h | | MODELOS 3 E 4 | | | MODELOS 3 E 4 | |
| 10h | TODOS | | | | MODELOS 3 E 4 | |
| 11h | TODOS | 3/0.2 | | TODOS | MODELOS 3 E 4 | |
| 12h | TODOS | 3/0.2 4/0.2 | 3/0.2 4/0.2 | TODOS | MODELOS 3 E 4 | |
| 13h | TODOS | 3/0.2 4/0.2 | 4/0.2 | TODOS | MODELOS 3 E 4 | |
| 14h | TODOS | | | TODOS | MODELOS 3 E 4 | |
| 15h | | MODELOS 3 E 4 | | | MODELOS 3 E 4 | |
| 16h | MODELO 2 | TODOS | TODOS | MODELO 2 | TODOS | |

| | LESTE | | | OESTE | | |
|-----|-----------|---------------|-------------|-----------|---------------|---------------|
| | E (CIE 1) | PN (CIE 10) | C (CIE 14) | E (CIE 1) | PN (CIE 10) | C (CIE 14) |
| 8h | MODELO 2 | MODELOS 3 E 4 | | MODELO 2 | MODELOS 3 E 4 | MODELOS 3 E 4 |
| 9h | | 3/0.2 4/0.2 | 3/0.2 4/0.2 | | MODELOS 3 E 4 | |
| 10h | TODOS | | | TODOS | | |
| 11h | | MODELOS 3 E 4 | TODOS | TODOS | MODELOS 3 E 4 | TODOS |
| 12h | | MODELOS 3 E 4 | TODOS | TODOS | MODELOS 3 E 4 | TODOS |
| 13h | | MODELOS 3 E 4 | TODOS | TODOS | MODELOS 3 E 4 | TODOS |
| 14h | | | | TODOS | | |
| 15h | | MODELOS 3 E 4 | | | 3/0.2 4/0.2 | 3/0.2 |
| 16h | | MODELOS 3 E 4 | | | MODELOS 3 E 4 | |

| LEGENDA | |
|--|--|
| Tipos de céu: | |
| E = céu Encoberto (CIE 1); PN= céu Parcialmente Nublado(CIE 10); C = céu Claro (CIE 14). | |
| Modelos de Brise vertical móvel: | |
| Brise- Modelo 2- Refletancia 0.2 Brise- Modelo 2- Refletância 0.5 Brise- Modelo 2- Refletância 0.8 | Brise- Modelo 3- Refletância 0.2 Brise- Modelo 3- Refletância 0.5 Brise- Modelo 3- Refletância 0.8 Brise- Modelo 4- Refletância 0.2 Brise- Modelo 4- Refletância 0.5 Brise- Modelo 4- Refletância 0.8 |
| Modelo "X", Refletância "y" próximo ao intervalo 500lx ≤ E ≤ 2000lx | |

Já com céu parcialmente nublado (CIE 10) e claro (CIE 14), os modelos 3 e 4 na refletância 0.2 , contribui para obter níveis desejáveis de luz para o ambiente em todo o período de 8h às 16h, exceto às 15h, onde nenhum modelo obteve valores no intervalo almejado entre 500lx e 2000lx. Nesse horário das 15h, o brise do modelo 3, refletância 0.2, representa a tipologia que mais se aproximou do desejado, tanto no CIE 10 como no CIE 14.

Quanto à distribuição de iluminância no ambiente, nenhum dos modelos e acabamentos para os brises propostos nas simulações atingiram um DeltaMedMin maior que 70%. Os percentuais permaneceram abaixo dos 35% em todas as tipologias de céu (CIE 1, 10 e 14). Isso demonstra que, para o ambiente em estudo, o acabamento das aletas, apesar de influenciar na captação de luz para o ambiente, não foi suficiente para propiciar uma distribuição de iluminância dentro do desejável.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação procurou conhecer o comportamento da luz natural frente ao uso de elementos de controle solar móveis em ambientes de internação coletiva hospitalar. Através da metodologia, baseada em simulações computacionais, buscou-se resultados que venham a contribuir para discussões de projetos com uso de protetores solares em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS). Nesses espaços, a luz natural representa um forte condicionante ambiental na busca por ambientes mais humanizados e por isso, o uso adequado de elementos de controle solar tanto propicia a passagem de luz natural como contribui para o processo de cura dos pacientes.

Aberturas, quando inseridos e dimensionados de forma adequada, atuam como um agregador na melhoria dos parâmetros lumínicos de uma edificação. Neste trabalho, o uso de uma única abertura não foi suficiente para prover uma distribuição desejável de luz natural no ambiente. Provavelmente, a inserção de mais aberturas pode chegar a representar melhores resultados quanto à distribuição luminosa no seu interior. Por outro lado, vale lembrar, que o aumento na quantidade de aberturas também favorece a entrada de vento e ruído, interferindo no conforto térmico e auditivo dos usuários. Na arquitetura hospitalar, isso passa a refletir diretamente no processo de cura dos pacientes.

Sendo assim, a busca pela humanização dos espaços deve ser pensada ainda na concepção projectual, quando os profissionais devem priorizar ambientes acolhedores e confortáveis visando à recuperação dos pacientes por meio da sua arquitetura. Neste contexto, os brises, além de atuar como elemento arquitetônico na composição plástica das fachadas, possibilita contribuir para a humanização dos espaços através da busca das condições luminosas adequadas no interior da edificação hospitalar.

Diante dos resultados, destaca-se o cuidado que deve existir na escolha dos acabamentos e posicionamento para as aletas dos brises, visto que, inseridos de forma inadequada, podem permitir ou bloquear a passagem de luz natural em excesso. O ambiente simulado (objeto de estudo) apresentou a necessidade de posicionamentos diferenciados para as aletas, a depender da orientação, tipo de céu e hora do dia, a fim de obter níveis desejáveis de luz natural. Sendo assim, apesar do estudo não abordar o mecanismo de acionamento das aletas, acredita-se que sistemas de controle automatizados para as aletas poderiam facilitar o manuseio por parte dos usuários, proporcionando e potencializando a transmissão adequada da luz natural, que incide nas aberturas nos diversos dias e horas do ano. Esse tipo de sistema

permite programar as aletas para se direcionar conforme a quantidade de luz almejada no ambiente de acordo com a hora do dia e o tipo de céu, o que pode contribuir para evitar o manuseio inadequado por parte dos usuários.

Na fase de concepção projectual, é essencial pensar e avaliar o tipo de brise a ser utilizado, bem como sua estrutura, com seu sistema de engrenagens, e o manuseio. Ambos são responsáveis pelo direcionamento adequado das aletas, que é fundamental na busca pelo conforto luminoso no interior do ambiente. No caso de brise móvel manual, o cuidado deve estar na concepção de projetos que visem à acessibilidade facilitada à barra de comando, e em movimentar poucas lâminas simultaneamente. Isso evitará um peso maior no sistema de engrenagem, e conseqüentemente o seu desgaste. Manutenções periódicas são fundamentais para o adequado funcionamento.

Quanto aos acabamentos das aletas, os resultados mostraram que, diante dos modelos simulados, tipos de céu e orientação, aletas com refletância 0.2 (cinza escuro) apresentaram iluminâncias dentro ou próxima ao intervalo desejado de 500 lx a 2000lx, em comparação com aletas na refletância 0.5 (bege) e 0.8 (branca). Isso demonstra que altos índices de refletância nas aletas pode não proporcionar iluminâncias adequadas no ambiente. Por outro lado, quanto maior o grau de refletância das aletas, melhor foi a distribuição luminosa no ambiente, tendo em vista o mesmo tipo de céu, modelo e orientação da abertura.

Em EAS, elementos como brises, permitem proporcionar ambientes mais humanizados a partir do uso de recursos naturais, minimizando a sensação de confinamento nos pacientes. Além disso, acredita-se que, em meio à crise energética atual vivenciada em todo o mundo, os profissionais precisam buscar alternativas que venham a contribuir para uma maior captação e aproveitamento dos condicionantes ambientais, concebendo edifícios hospitalares com maior responsabilidade social.

Limitações da Pesquisa

O trabalho é limitado em relação ao seguinte(s) fato(s):

- Os resultados relacionam-se a espaços com características físicas similar ao ambiente em estudo, como forma geométrica, acabamentos, dimensionamento e posicionamento da abertura;
- Não foram consideradas obstruções externas á abertura (janela), o que poderia interferir nos dados processados pelo programa;

- Os resultados são representativos apenas para a cidade de Maceió-AL (longitude 32°42'-Oeste; latitude 9°40'-Sul) assim, a ocorrência de tipo de céu e a disponibilidade de luz natural foram direcionadas para esta localidade, ou seja, específica localização geográfica;
- Não foi abordado o desempenho dos protetores solares quanto ao conforto térmico e acústico;
- Por tratar de simulação computacional com uso de brises móveis propostos (não existentes), este trabalho não abordou a opinião dos usuários, buscando a análise quantitativa e qualitativa de acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1 e com os conceitos de IULN ;
- O horário simulado foi de 8h às 16h.

Pesquisas futuras

De acordo com o que foi analisado, podem-se sugerir pesquisas futuras a respeito de elementos de proteção solar, iluminação natural e arquitetura hospitalar, que tratem:

- A percepção visual do usuário em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) frente ao uso de protetores solares móveis nas aberturas;
- Iluminação natural e sua influência em pacientes internados em espaços destinados a Unidade de Terapia Intensiva (UTI);
- Relação das componentes de luz direta e refletida, frente a diferentes materiais de acabamentos para as aletas, na disponibilidade de iluminação natural do interior do ambiente;
- Mecanismos de controle distintos para os elementos de proteção solar móvel aqui estudado, a fim de facilitar o manuseio para o usuário nas diversas horas do dia;
- Uso de sistemas de controle automatizados para a movimentação das aletas, conforme a necessidade do ambiente quanto ao nível de iluminação almejado e a relação custo e benefício;
- Avaliação comparativa do desempenho térmico e luminoso das tipologias de brises propostas neste trabalho;
- O desempenho luminoso de diversas tipologias de brises horizontais nas fachadas.

Pesquisas com esses contextos emergem para despertar profissionais, pesquisadores e sociedade quanto ao interesse em perceber e conceber espaços que busquem condições de

conforto aos usuários. Aprender a lidar com o edifício e com os equipamentos que o compõem é uma forma de agregar qualidade ambiental à sua função.

REFERÊNCIAS

ABI- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IMPRENSA. Disponível em: <http://www.abi.org.br/institucional/o-predio-da-abi/>. Acessado em: 18 jul.2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5413: Iluminância de interiores*. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15215-4: Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. *NBR 15220-1: Desempenho térmico de edificações. Parte 1: Definições, símbolos e unidades*. Rio de Janeiro, 2005.

_____. *NBR ISSO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: interior*. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

AGBAR- TORRE DE ÁGUAS DE BARCELONA. Disponível em:< www.torreagbar.com.br/home.asp>. Acessado em: 20 jul. 2014

AGENCIA PETROBRAS. Disponível em: <<http://exposicao60anos.agenciapetrobras.com.br/decada-1970-momento-14.php>>. Acessado em: Ago. 2014.

ALCANTARA, Denise. *Projeto, desempenho urbano e construção do lugar: avaliação da qualidade ambiental do Parque Guinle, Rio de Janeiro*. 2002. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2002.

ANVISA (BRASIL)- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n°50: dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde*. 21 fev. 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/hotsite/segurancadopaciente/documentos/rdcs/RDC%20N%C2%BA%2050-2002.pdf>. Acesso em: janeiro, 2013.

BADERMAN, Jonas. *Humanização, Ambiência e Responsividade*. In: CONGRESSO BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO DO EDIFÍCIO HOSPITALAR, 3, 2008, Porto Alegre. Resumo das palestras. Porto Alegre: Associação Brasileira para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar, 2008. p. 29.

BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, K. *Daylighting in architecture: a European reference book*. Commission of the European Communities. 1v. London: James&James, 1993.

BAKER, N.; STEEMERS, K. *Daylight design of building*. London: James&James, 2002. 247p.

BARCELLOS, Regina. *Contribuições e inovações da legislação para ambientes de saúde- o futuro da lei*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA ABDEH. 2, 2006, Rio de Janeiro. Programas, resumos e anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar, 2006. p.35.

BERGAMINI, Gabriella. *Desenvolvimento de método para a flexibilização de unidade modular para controle da luz natural inspirado na arte Islâmica*. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo- FEC, Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, Campinas. 2013. Disponível em: www.prp.rei.unicamp.br/pibic/congressos/xxicongresso/paineis/106690.pdf. Acessado em jun.2014.

BITTENCOURT, Leonardo. *Uso das Cartas solares: diretrizes para arquitetos*. 4. ed. rev. e ampl. Maceió: EDUFAL, 2004. 109p.

BOGO, Amilcar José. *Influência da refletância das placas de elementos de controle solar na admissão de luz natural em janelas*. In: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (NUTAU/USP), 5, 2008, São Paulo. Anais do V NUTAU. São Paulo: NUTAU, 2008. Disponível em: <http://www.usp.br/nutau/CD/31.pdf>. Acessado em: Mai.2013.

BOGO, Amilcar José; RUTTKAY, Fernando Oscar; CLARO, Anderson. Método para caracterização do comportamento luminoso de aberturas com elementos de controle solar. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.9, n.3, p. 109-124, jul./set. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Política Nacional de Humanização da Atenção e da Gestão do SUS: manual de apoio*. 3 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/saude/cidadao/visualizar_texto.cfm?idtxt=28345. Acessado em: 07 out. 2013.

_____. *SOMASUS: Sistema de Apoio à Organização e Elaboração de Projetos de Investimento em Saúde*. 2.ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

BROWN, G.Z; DEKAY, M. *Sol, Vento & Luz. Estratégias para o projeto de arquitetura*. 2 ed. São Paulo: Artmed Editora S.A, 2007.

CABÚS, Ricardo C. *Tropical Daylighting: predicting sky types and interior illuminance in north-east Brazil*. (PhD). Architecture, School of Architectural Studies, University of Sheffield. Sheffield, 2002. 288p.

_____. *TropLux, versão 5: Guia do usuário*. Maceió: Grilu, 2011. Disponível em: <http://www.ufal.edu.br/ufal/anexos/b91ea193051bc81c77fd40f978ac6429/manual-de-instrucoes-do-TropLux-5.pdf>. Acessado em: mai.2013.

_____. *TropLux: um sotaque tropical na simulação da luz natural em edificações*. In: Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. 4. ENCAC, 8.,2005, Maceió. Anais do VIII Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído. Maceió, 2005. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/arquivos/TropLux-Um_Sotaque_Tropical.pdf>. Acessado em: mai. 2013.

_____. Validação do programa TropLux. In: Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. 4. ENCAC, 8, 2005, Maceió. Anais do VIII Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído. Maceió, 2005.

_____. *Artigo Entac*. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <ricardo.cabus@gmail.com> em 18 ago. 2014.

CASTANHEIRAS, Luis Miguel. *Estudo da influência da luz natural na qualidade da iluminação e na eficiência energética*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), Universidade Nova de Lisboa (UNL), Monte de Caparica, Portugal. 2012.

CENTRO DE CULTURA JUDAICA- Casa de Cultura de Israel. Disponível em: <<http://www.culturajudaica.org.br/conheca-os-espacos>>. Acessado em: 30 jul.2014.

CIE- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE - *CIE S 011.2/E:2003: Spatial distribution of daylight - CIE standard general sky*. Vienna: CIE Central Bureau, 2003.

CICARDO, V. *Biofísica*. Buenos Ayres, Lopes Liberos Editores, 1974.

COLIN, Silvio. *Uma Introdução à arquitetura*. 3 ed. Rio de Janeiro: UAPÊ, 2004. 196p.

COPAN- COMPANHIA PAN-AMERICANA DE HOTEIS. Disponível em: <<http://www.copansp.com.br>>. Acessado em: 22 jul.2014.

CORBELLA, Oscar Daniel; YANNAS, Simos. *Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental*. Rio de Janeiro: Revan, 2003.287p.

CORREA, Clara. *Guia da construção verde: iluminação natural*. Arquitetura e Construção, 2010. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org.br/noticias/guia-da-construcao-verde-2013-iluminacaonatural#ixzz1voipdsdj>>. Acessado em: 24 mai.2013.

COSTI, Marilice. A luz em estabelecimentos de saúde. In: Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído,3, ENCAC,2001, São Pedro, SP. Anais do VI Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído. São Pedro: ENCAC, 2001. 8p.

CTAC- CENTRO TECNICO DE ARTES CÊNICAS. Teatros do centro histórico do Rio de Janeiro. 2014. Disponível em:< <http://www.ctac.gov.br/centrohistorico/teatroXperiodo.asp?cod=172&cdP=21&tipo=Identificacao>>. Acessado em: 10 jul.2014.

CUNHA, Eduardo Grala da. *Brise-soleil: da estética à eficiência energética*. Arqtextos, São Paulo, 11.131, Vitruvius, abr.2011. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/11.131/3844>>. Acessado em: 02 fev. 2012.

DIDONE, Evelise L.; PEREIRA, Fernando Oscar R. O potencial da luz natural na economia de energia elétrica para a iluminação artificial. *Revista Tecnológica*, edição especial, ENTECA, 2009. p. 24-34.

DORNELLES, Kelen A.; RORIZ, Maurício. *Influência das tintas imobiliárias sobre o desempenho térmico e energético de edificações*. Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP). Programa de pós-graduação em engenharia civil- UNICAMP, Campinas-SP. 2011. Disponível em: <http://www.agencia.fapesp.br/arquivos/artigo_dornelles_roriz.pdf>. Acessado em: 08 out.2013.

DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Institucional*. Disponível em:< http://www.dnit.gov.br/_acesso-a-informacao/insitucional>. Acessado em: 20 jul.2014.

FERRAZ, Eucanaã. *Palácio Capanema, um marco estético mundial*. Folha Uol, 28 abr.2013. Disponível em:< <http://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2013/04/1269952-palacio-capanema-um-marco-estetico-mundial.shtml>>. Acessado em: 01 jul. 2014.

FRACALOSSO, Igor. *Clássicos da Arquitetura: Banco Sul-Americano / Rino Levi*. ArchDaily, 15 mai. 2013. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/01-42536/classicos-da-arquitetura-banco-sul-americano-slash-rino-levi>>. Acessado em: 18 Fev 2014.

FREEWAN, Ahmed A.Y. Impact of external shading devices on thermal and daylighting performance of offices in hot climate regions. *Solar Energy*, v.102, p.14-30, 2014.

FROTA, Anésia Barros. *Geometria da insolação*. São Paulo: Geros, 2004.289p.

FROTA, Anésia B.; SCHIFFER, Sueli R. Manual do conforto térmico. 7 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GARROCHO, Juliana S.; AMORIM, Cláudia N.D. *Luz natural e projeto de arquitetura: estratégias para iluminação zenital em centros de compras*. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC). São Paulo, 2004. CD ROOM.

GELBCKE, Bruna L.; SANTOS, Carlos Filipe da C.; COVATTI, Leodi Antonio; PECANTET, Nathália C.; WAGNER, Yuri Rodrigues de M. Brises-soleil: história, aplicação e materiais. 2012. 26p. Tecnologia de Edificação, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2012.

GOES, Ronald de. *Manual prático de arquitetura hospitalar*. 1 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

GUTIERREZ, G. C. R.; LABAKI, L. C. *Considerações sobre o brise-soleil na arquitetura moderna*. In: Encontro Nacional de Conforto do Ambiente Construído (ENCAC), 2005, Maceió. Anais ENCAC-ENLAC. Maceió: ENCAC, 2005. Disponível em: < http://www.arq.ufmg.br/labcon/arquivos/ENCAC05_0874_881.pdf>. Acessado: 10 jul.2013.

HUISMAN, E.R.C.M; MORALES, E.; HOOFF, J.Van; KORT, H.S.M. Healing environment: a review of the impact of physical environmental factors on users. *Building and Environment*, v. 58, p. 70-80, 2012.

HUPAA- HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PROFESSOR ALBERTO ANTUNES. *Estrutura e financiamento*. Disponível em: <http://www.hupaaufal.org/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=61>. Acessado em:20 ago.2013.

IPHAN- INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTORICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Livro sobre o Palácio Gustavo Capanema será lançado no Rio de Janeiro. 07 jun. 2013. Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br/portal/montarDetalheConteudo.do?id=17437&sigla=Noticia&retorno=detalheNoticia>>. Acessado em: 18 jul. 2014.

KASPER, Andrea de A.; BITTENCOURT, Maria Cristina; GRAUP, Suzane; PEREIRA, Vera Lúcia D. V.; PEREIRA FILHO, Hyppólito do V. *A influência da iluminação como fator de humanização em ambientes hospitalares: o caso das salas de espera e dos*

corredores hospitalares. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 9,2009, São Carlos, SP. Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído (SBQP). São Carlos: Universidade de São Paulo. 2009.12p.

KIST, K. ; ALVES, L.G. *Modernismo no Brasil (início do século XX)*. Arquitetura no Brasil. Mai 2010. Disponível em: <<http://arqbrasil10.wordpress.com/arquitetura-moderna/>>. Acessado em: 01 ago.2013.

LOEB, Roberto. *Assemelhado à Torá, desenho faz alusão às escolas paulista e carioca*. Projeto Design, v. 278, abr. 2003. Disponível em:< http://www.loebarquitectura.com.br/publis/pdf/2003_4.pdf>. Acessado em: 21 jul.2014.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O.R. Eficiência energética na arquitetura. 2.ed.rev.São Paulo: ProLivros, 2004.188p.

LUKIANCHUKI, Marieli A.; CARAM, Rosana Maria. *Arquitetura hospitalar e o conforto ambiental: evolução, histórica e importância na atualidade*. In: Seminário Internacional, 7, 2008, São Paulo. Anais do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo (NUTAU), Escola de Engenharia de São Carlos (USP). São Paulo: Departamento de Arquitetura e Urbanismo Universidade de São Paulo, 2008.7p. Disponível em: <<http://arquitetura.eesc.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/conforto/images/artigo%2001.pdf>>. Acessado em: 03/05/13.

LUKIANCHUKI, Marieli A.; SOUZA, Gisela B. *Humanização da arquitetura hospitalar: entre ensaios de definições e materializações híbridas*. Arquitectos, São Paulo, 118.01, Vitruvius, mar.2010. Disponível em:< <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/10.118/3372>>. Acessado em 15 fev. 2014.

MACHADO, Ernani S.; SILVA, Helga; FLEMMING, Liane; CAVALCANTI, Patrícia B.; AZEVEDO, Giselle A.N; RHEINGANTZ, Paulo A. *Uma reflexão sobre métodos utilizados em APO: Estudo de caso da creche Edson Luiz- RJ*. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente construído, 7, 2008. Anais do ENTAC. Fortaleza, 2008. Disponível em: <http://www.gae.fau.ufrj.br/arq_pdf/artigos/Giselle%20Arteiro%20Nielsen%20Azevedo/ENTAC_CRECHE%20EDSON%20LUIZ_2008.pdf>. Acesso em: set. 2013.

MACBA- Museu de Arte Contemporânea de Barcelona. Disponível em:< <http://www.macba.cat/en/venue-hire>>. Acessado em: jun. 2014

MAYERHOFER& TOLEDO- Arquitetura, planejamento e consultoria LTDA. 2013. Disponível em: <http://mtarquitectura.com.br/conteudo/publicacoes/5CAP4_O_HOSPITAL.pdf>.Acessado em: Jan. 2013.

MARAGNO, G. V. *Eficiência e forma do brise soleil na arquitetura de Campo Grande- MS*. Porto Alegre- RS, 2000. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000. 205p.

MARTINS, Vânia P. *A humanização e o ambiente físico hospitalar*. In: Seminário de Engenharia clínica, 4, Congresso Nacional da ABDEH,1, 2004. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/humanizacao_ambiente_fisico.pdf>. Acessado em fev.2013.

MARTINS, Livia de O. *O poço de luz como estratégia de iluminação natural na cidade de Maceió- AL*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Alagoas. 2011. 133p.

MASCARÓ, Lucia. *Iluminação e arquitetura: sua evolução através do tempo*. Arqtextos, 06.063, Vitruvius, set. 2005. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/06.063/438>>. Acesso em: jun.2013.

MIARI, Renata. A arquitetura contribui para o processo terapêutico? Em que medida e em quais condições? *Revista Facility Hospital*, Associação Brasileira para Desenvolvimento do Edifício Hospitalar- ABDEH. Flex editora, v.6, 2011.

MIQUELIN, L.C. *Anatomia dos edifícios hospitalares*, Editora CEDAS, São Paulo, 1992, 241p.

MELLO, Flávia Moura de. Avaliação pós-ocupação em estabelecimentos de saúde: o caso de um centro de parto normal em hospital filantrópico. *Ambiente hospitalar: Revista interdisciplinar de infraestrutura em saúde*, Ano 5, 19-30p, 2011

NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. *Useful Daylight illuminance: a new paradigm for assessing daylight in buildings*. Lighting Research Technology. Vol.37, n.1, p. 41-59, 2005. Disponível em: <http://irt.sagepub.com/content/37/1/41.refs.html>. Acessado em Mar. 2014.

NIELSEN, Martin V.; SVENDSEN, Svend; JENSEN, Lotte B. Quantifying the potential of automated dynamic solar shading in office buildings through integrated simulations of energy and daylight. *Solar Energy*, v.85, p.757-768, 2011.

OLIVEIRA, Camila. *Edifícios-além da escala*. AU-Arquitetura e Urbanismo, 99.ed, out. 2001. Disponível em:< <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/99/alem-da-escala-23772-1.aspx>>. Acessado em: 25 jul.2014.

OLGYAY, Victor. *Arquitectura y clima. Manual disenobioclimático para arquitectos y urbanistas*.Barcelona: Gustavo Gili, 1998.203p.

PAIVA, Ricardo Alexandre. *O Ministério da Educação (1937-1945) no Rio de Janeiro: arquitetura, clima e cultura*. In: Inovações tecnológicas e sustentabilidade, 5, 2006, São Paulo. Anais do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo (NUTAU), São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2006.

PARICIO, Ignacio. *La protección solar*. 1 ed. Barcelona: Bisagra, 1997. 60p.

PECCIN, Adriana. *Iluminação hospitalar- estudo de caso: espaços de internação e recuperação*. Porto Alegre-RS, 2002. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Porto Alegre, 2002. 185p.

PEREIRA, F.O.R; SOUZA, M.B. de. *Apostila de conforto ambiental- iluminação*. Curso de pós-graduação em construção civil. Universidade de Santa Catarina, 2005. Disponível em: <<http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/140.pdf>>. Acessado em: 06 jun.2013.

PERÉN, Jorge Isaac M. *Iluminação e Ventilação Naturais na obra de João Filgueiras Lima "Lelé". Estudo dos Hospitais da Rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro*. 2006. 262f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

PHILLIPS, Derek. *Daylighting: natural light in architecture*. Architectural Press, 2004.

PORTAL BELO HORIZONTE. *Museu de Arte da Pampulha*, 2014. Disponível em: <<http://www.belo Horizonte.mg.gov.br/local/atrativos-turisticos/culturais-lazer/museu-de-arte-da-pampulha>>. Acessado em: Abr. 2014.

RAMOS, Greici. *Análise da iluminação natural calculada por meio do programa Energyplus*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina. 2008. 121 f.

REGO, Renato L. *Museu d'Art Contemporani de Barcelona, arquiteto norte-americano, estilo internacional*. Arquitectos, 013.03, Vitruvius, jun. 2001. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/02.013/878>>. Acesso em: abr.2013.

RIO, Vicente del, org. *Arquitetura: pesquisa & projeto*. São Paulo: ProEditores. Rio de Janeiro: FAU- UFRJ, 1998.

SANTANA, Amanda. Exemplo de preservação: Edifício Pátio Malzoni foi projetado para aliar sustentabilidade e preservação histórica. *Revista Green Building*, ed.04, 2014.

Disponível em:<<http://www.revistagreenbuilding.com.br/projeto.php?id=6>>. Acesso em: 10 mai. 2014.

SANTOS, Danielle Maria L. *Encontros e desencontros da iluminação natural. Um estudo em espaços de internação hospitalar*. Dissertação de mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas- UFAL, 2009.

SEGAWA, Hugo. Clave de sol: notas sobre a história do conforto ambiental. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.3, n.2, p.37-46, jun. 2003.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO- SEPLAN. Centro de Educação Tecnológica do Amazonas-CETAM. Governo do Estado de Amazonas. Curso de qualificação profissional: estatística básica. Disponível em:< http://www.seplan.am.gov.br/arquivos/download/arqeditor/apostila_estatistica.pdf>. Acessado em 20 set.2014.

SERRA, Rafael. *Arquitectura y climas*. 1º ed. 4º tirada. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.

SANTOS, Danielle Maria L. *Encontro e desencontros da iluminação natural. Um estudo em espaços de internação hospitalar*. Dissertação (mestrado) em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, 2009. 165p.

SILVA, Aline C.J. da. *Avaliação do desempenho termo-lumínico de uma edificação com brises soleils: estudo de caso*. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2011.

SILVA, Joene S. da. *A eficiência do brise-soleil em edifícios públicos de escritórios: estudo de casos no plano piloto de Brasília*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília. Brasília, 2007. 161p.

SILVA, Joene S. da ; AMORIM, Cláudia Naves David. *O brise-soleil como elemento de controle solar: estudo de caso em um edifício no plano piloto de Brasília*. In: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, 5, 2008, São Paulo. Anais do NUTAL. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2008. 9p.

SOUZA, Marcos Barros de. *Potencialidade de aproveitamento da luz natural através da utilização de sistemas automáticos de controle para economia de energia elétrica*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003. 234p.

SOL-AR (Software). Laboratório de Eficiência Energética em Edificações- labeee. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>>. Acessado em: 10 fev.2014.

TOLEDO, Luiz Carlos. *Uma novidade antiga, a busca pela humanização*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA ABDEH. 2, 2006, Rio de Janeiro. Programas, resumos e anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar, 2006. 35p.

TREGENZA, Peter; LOE, David. *The Design of lighting*. London: Spon press, 1998.

TROPLUX. Versão 6: Grupo de Pesquisa em Iluminação (GRILU) da Universidade Federal de Alagoas. 2012. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/novo/software/view/9>>. Acessado em: 12 nov.2013.

TROPLUX. *Manual TropLux V5*. 2011. Grupo de Pesquisa em Iluminação (GRILU) da Universidade Federal de Alagoas. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/novo/software/view/9>>. Acessado em: 10 out.2013.

UFAL - UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS. *Plano Diretor do Hospital Universitário Professor Alberto Antunes (2013-2015)*. Nov. 2012. Disponível em: <http://www.hupaaufal.org/files/portaTransparencia/PDHUPAA_completo_FINAL%2026.11.2012.pdf>. Acessado em: 01 out.2013.

UFSC- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. *Sobre... ventilação e iluminação*. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. 2007. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/recursos/ventilacao/ventilacao.html>. Acessado em: 01 ago. 2014.

UNICAMP- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. *Centro de Cultura Judaica- São Paulo- SP*. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~estruturastubulares/centrodeculturajudaica.htm>>. Acessado em: 20 jul.2014.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Curso de Arquitetura e Urbanismo, disciplina ARQ 5661- Tecnologia de edificação. 2005. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2005-2/brises/projeto.htm>. Acessado em: 10 jul. 2014.

VIANNA, Nelson S.; GONÇALVES, Joana Carla S. *Iluminação e arquitetura*. São Paulo: Geros, 2001. 376p.

WEBB, Ann R. Considerations for lighting in the built environment: non-visual effects of light. *Energy and Buildings*, v. 38, p. 721-727, 2006.

WEBER, Caroline P.; SANTOS, Joaquim C.P.dos; VETTORAZZI, Egon. *O uso do brise-soleil na arquitetura da região central do estado do Rio Grande do Sul*. In: Congresso Internacional, Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social, Porto Alegre, 2010. 10p.

XAVIER, Alberto; MIZOGUCHI, Ivan. *Arquitetura Moderna em Porto Alegre*, São Paulo, Pini, 1987, P.66. Disponível em: < <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.073/346>>. Acessado em: 01 set. 2013.

