



XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

A INFLUÊNCIA DAS ORIENTAÇÕES DAS ABERTURAS E CONDIÇÕES DE CÉU NOS NÍVEIS DE ILUMINAÇÃO NATURAL EM UM AMBIENTE HOSPITALAR

Jordana Teixeira da Silva (1); Renata da Costa Barbosa Medeiros (2); Renata Camelo Lima (3); João Paulo Lima Santos (4)

- (1) Mestre, Docente, jordana.teixeiraa@gmail.com, Instituto Federal de Alagoas, Av. Alagoas, s/nº, Palmeira de Fora, CEP 57608-180, Palmeira dos Índios-AL.
- (2) Mestre, Docente, renatacbarq@hotmail.com.
- (3) Mestre, Docente, renatacamelo.arq@gmail.com, Instituto Federal de Alagoas, Av. Alagoas, s/nº, Palmeira de Fora, CEP 57608-180, Palmeira dos Índios-AL.
- (4) Doutor, Docente, jpls@lccv.ual.br, Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro do Martins, AL, CEP: 57072-970, Maceió-AL, Tel.: (82) 3214 1303.

RESUMO

No Brasil, a captação da luz natural constitui-se como uma das principais estratégias na busca por ambientes mais acolhedores e humanizados, evitando o confinamento e contribuindo para o processo de cura dos pacientes em estabelecimentos de saúde. Entre os parâmetros que podem determinar as condições de iluminação natural nesses ambientes, têm-se a orientação das aberturas e as condições de céu. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é avaliar comparativamente a influência das diversas orientações nos níveis de iluminação natural em um ambiente de internação coletiva hospitalar em Maceió-AL. Trata-se de um estudo de caso, classificado como uma pesquisa exploratória. Com base nas especificações técnicas existentes no local, foi elaborado um modelo computacional para simulação no programa Tropix 6. Foram realizados 32 grupos de simulações com orientações que variaram a cada 11,25°, em quatro condições de céu: encoberto, parcialmente encoberto, claro e dinâmico, em todos os dias do ano. Gráficos em formato de histogramas circulares apresentam os valores de iluminâncias médias anuais, relativas a cada uma das orientações. Os resultados mostram elevados percentuais anuais de iluminância na faixa de frequência excessiva. Pode-se inferir que, diante do ambiente apresentado, para qualquer orientação, é necessário o uso de protetores solares. Os tipos de condições de céu e a orientação (ligada à localização geográfica), quando considerados em conjunto, podem interferir na quantidade e qualidade da iluminação natural. Estudos que abordem a qualidade da iluminação natural, em conjunto com análises quantitativas, podem contribuir na adequada concepção de futuros projetos para estabelecimentos assistenciais de saúde.

Palavras-chave: iluminação natural, arquitetura hospitalar, simulação computacional.

ABSTRACT

In Brazil, the capture of natural light is one of the main strategies in the search for more welcoming, comfortable and humanized environments, avoiding confinement and contributing to the healing process of patients in healthcare facilities. Among the parameters that can determine the natural lighting conditions in these environments, there are the orientation of the openings and the sky conditions. In this context, the objective of this study is to compare the influence of various guidelines on the levels of natural lighting in hospital admission rooms in Maceió-AL. This is a case study, classified as an exploratory study. Based on the existing technical specifications at the site, a computational model was developed for simulation in the Tropix 6 software. Thirty-two groups of simulations were performed with orientations that varied every 11.25°, in four sky conditions: covered, partially covered, clear and dynamic, on all days of the year. Charts in circular histogram format present the average annual illuminance values relative to each of the orientations. The results show high annual percentages of illuminance in the excessive frequency range. It can be inferred that the use of sunscreens is necessary for any orientation in front of the environment presented. The types of sky

conditions and the orientation (linked to the geographic location), when considered together, can interfere with the quantity and quality of natural lighting. Studies that address the quality of natural lighting, together with quantitative analyses, may contribute to the proper design of future projects for healthcare facilities.

Keywords: daylighting, hospital architecture, computer simulation.

1. INTRODUÇÃO

Em países de clima tropical, como o Brasil, a captação adequada de luz natural pode resultar em ambientes mais confortáveis e humanizados. Estabelecimentos de saúde passaram a utilizar a iluminação natural como uma importante estratégia para o processo de cura dos pacientes, na medida em que possibilita minimizar a sensação de confinamento. Para o hospital humanizado, a iluminação mostra-se fundamental, uma vez que influencia no equilíbrio psicológico e fisiológico dos usuários (MARTINS, 2004), e relaciona o conceito de saúde também aos aspectos culturais e sociais. Por outro lado, a entrada excessiva de radiação solar, quando não controlados, podem prejudicar o conforto térmico dos usuários e ocasionar ofuscamento. Nesse sentido, o dimensionamento e distribuição das aberturas no interior dos ambientes devem ser bem planejados, de modo a captar quantidade de luz diurna suficiente para auxiliar no desempenho das atividades desenvolvidas nos ambientes internos, e evitar má distribuição luminosa, ofuscamentos e excessivos contrastes.

A nebulosidade é um aspecto fundamental na disponibilidade de luz natural no interior da edificação. Quanto maior a presença de nuvens, maior a difusão da luz solar, o que provoca variações nos níveis de iluminância no interior do ambiente. Em Maceió, capital de Alagoas, o tipo de céu predominante é o parcialmente encoberto, com variação de nebulosidade mais significativa durante a manhã e no pôr do sol. No entanto, apresenta menor percentual durante a tarde e ao meio-dia (CABUS, 2002).

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). Ambientes de internação geral, como quartos e enfermarias, são espaços que demandam condições especiais de conforto, temperatura, umidade e qualidade do ar, além de melhores condições para penetração de sol em seu interior e o respectivo controle de excesso do mesmo (ANVISA, 2002). Nabil e Mardaljevic (2005) definem através da Iluminância Útil de Luz Natural (IULN), 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.

2. OBJETIVO

Utilizando a simulação de um modelo computacional, como forma de obter o comportamento da luz natural em diversas orientações e tipos de céu, esse trabalho teve como objetivo avaliar a influência das diferentes orientações na determinação dos níveis de iluminação natural em um ambiente de internação coletiva hospitalar (enfermaria) em Maceió-AL, Brasil.

3. MÉTODO

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso, classificado como uma pesquisa exploratória, em uma tipologia de ambiente destinado à internação hospitalar. Foi realizada uma análise comparativa dos níveis de iluminação natural encontrados no interior do ambiente, a partir da variação dos parâmetros de condições de céu e orientações. Para realização deste trabalho, cumpriram-se as seguintes etapas:

1. Caracterização do objeto de estudo;
2. Simulação computacional;
3. Avaliação da iluminação natural no ambiente em estudo.

3.1. Caracterização do objeto de estudo

O ambiente em estudo representa a tipologia padrão de um quarto coletivo, classificado como curta duração (enfermaria), empregada em um hospital existente. O espaço avaliado apresenta configuração retangular com área de 38,23m² (6,65m x 5,75m), pé direito de 3,60m, e uma única janela de 5,75m de largura, 1,80m de altura e 1,05m de peitoril (Figura 1). A única abertura de entrada da luz natural no ambiente consiste na janela em

vidro com perfil em alumínio. As paredes são de alvenaria pintada de branco, com teto branco, piso com cerâmica na cor bege claro e porta em madeira.

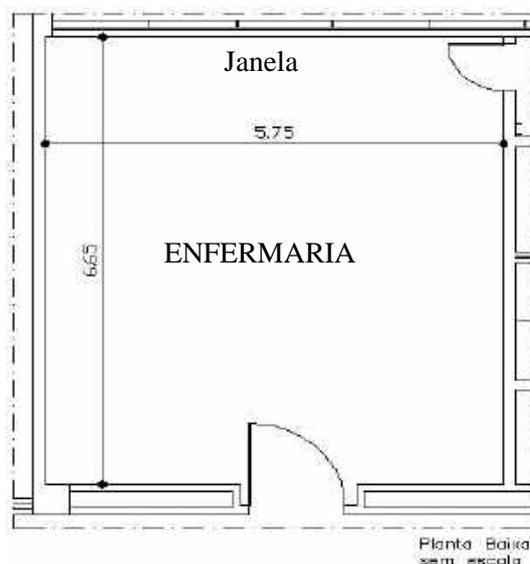


Figura 1 – Planta baixa da enfermaria. Sem escala.

Nas simulações, foram consideradas as refletâncias das superfícies internas do ambiente, de acordo com o tipo de material e as cores. Os valores de refletância considerados foram os seguintes: paredes internas: 0.884 (tinta acrílica fosca, na cor branca); piso: 0.4 (granilite, bege claro); teto: 0.884 (laje, com pintura em tinta acrílica fosca, na cor branca). Esses valores encontram-se dentro das faixas de refletâncias úteis, para superfícies internas, especificadas na NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013). A altura do plano de trabalho empregada na simulação é igual a 1,00m em relação ao piso, altura estimada do leito do paciente na área estudada.

3.2. Simulação computacional

O programa, utilizado como ferramenta base deste estudo, foi o Troplux versão 6 (CABÚS, 2005). Sua principal característica é simular o comportamento da iluminação natural em edificações nos trópicos. Leva em consideração as características e propriedades das superfícies internas e externas (especularidade e difusividade), além de lidar com qualquer orientação (azimute) e tipo de distribuição de nebulosidade no céu, incluindo a luz solar. Está baseado no método Monte Carlo, no método do raio traçado e no conceito de coeficientes de luz natural (CABÚS, 2005). Os dados de radiação solar para um local específico são oriundos de um arquivo climático.

Com base nas especificações técnicas do projeto padrão das enfermarias, obtido junto ao setor de engenharia do hospital, foi elaborado um modelo computacional tridimensional para simulação no programa, conforme Figura 2.

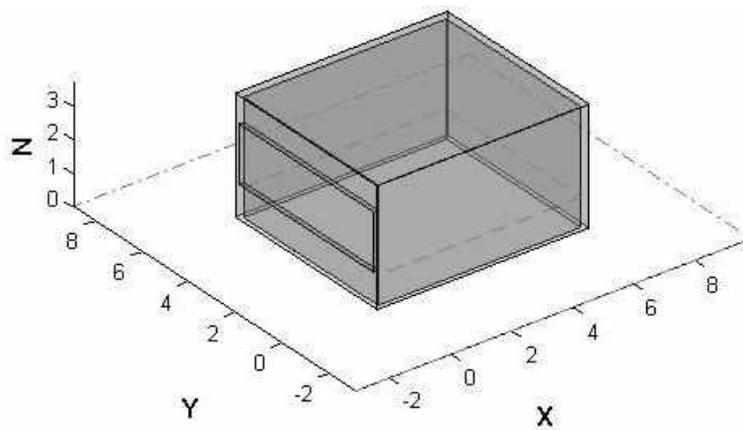


Figura 2 - Representação tridimensional do ambiente de internação hospitalar em estudo (enfermaria), gerada no programa TropiLux.

Para uma melhor precisão e caracterização das iluminâncias, o ambiente interno foi dividido em 30 áreas de mesmo tamanho (malha de 6x5), com formato quadrangular (Figura 3). A Iluminância (E) foi simulada no centro de cada área e na altura da superfície de trabalho, no plano horizontal. Vale ressaltar que a altura do plano de trabalho considerada na simulação corresponde a 1,00m em relação ao piso, altura média aproximada do leito do paciente na área estudada. Para evitar pontos muito próximos às paredes, foi considerado um afastamento mínimo de 0,50m, entre o ponto e a parede.

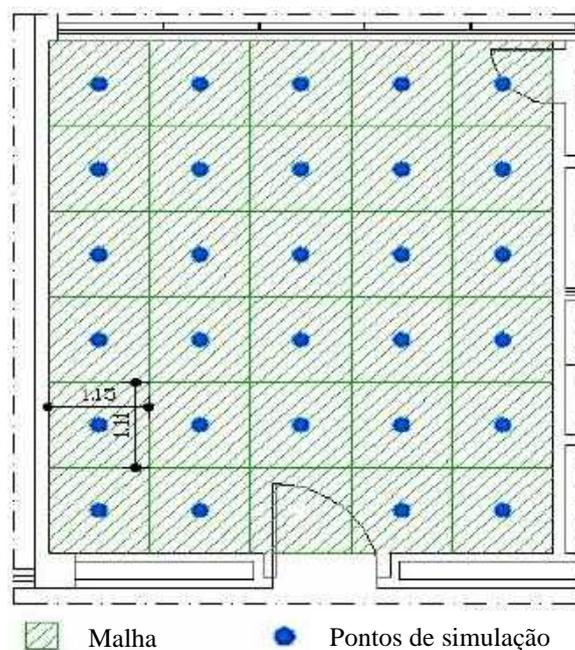


Figura 3 - Planta Baixa com pontos de simulação. Sem escala.

As simulações foram realizadas em 32 orientações, com ângulos variando a cada 11,25°, nos horários de 08 às 16hs e nos tipos de céu propostos por Cabús (2002), para a cidade de Maceió, CIE 1 (céu encoberto), CIE 10 (céu parcialmente encoberto) e CIE 14 (céu claro), acrescido do modelo CÉU 16¹ que combina probabilidades dos três céus mais comuns.

¹ O céu dinâmico, chamado de CEU 16, não se encontra na lista de classificação da CIE – *Commission Internationale de L'eclairage* (2003), pois se trata de um modelo de céu inserido no *software* TropiLux 6, baseado em dados estatísticos de arquivo meteorológicos.

3.3. Avaliação da iluminação natural no ambiente em estudo

A partir dos dados gerados pelo Troplux, foram observados inicialmente os resultados relativos à ocorrência anual de iluminância em todo o plano de trabalho, em cada uma das 32 orientações, de acordo com as quatro condições de céu consideradas. A fim de melhor sintetizar e visualizar os resultados da simulação, gráficos em formato de histogramas circulares foram elaborados. Para cada tipo de céu, foram gerados dois gráficos, sendo o primeiro demonstrando os valores de iluminância média anual, e o segundo, apresentando em percentuais de horas no ano, a ocorrência de cada faixa de iluminância correspondente à classificação adotada no trabalho (insuficiente, satisfatório, ideal e excessivo), para cada uma das orientações estudadas, sob condições dos tipos de céu recorrentes em Maceió.

Para facilitar compreensão e análise posterior dos dados, optou-se pela elaboração de uma faixa de iluminância, a partir da Iluminância Útil de Luz Natural (IULN) e das especificações presentes na NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013). Baseados em estudos sobre as preferências e comportamento dos usuários, Nabil e Mardaljevic (2005) especificam níveis de iluminâncias úteis a serem adotados nos planos de trabalhos e atribuem os intervalos entre 100 lux e 2000 lux como “útil”, sendo: abaixo de 100 lux considerado *insuficiente*, intervalo de 100 a 500 lux classificado como *eficaz*, podendo haver a necessidade de complementação com luz artificial, de 500 lux a 2000 lux é *desejável*, e, acima de 2000 lux, *excessivos* e susceptíveis de produzir desconforto visual e térmico (Figura 4) (NABIL; MARDALJEVIC, 2005).



Figura 4 - Faixa de iluminância, segundo referências de Nabil e Mardaljevic (2005).

Fonte: Adaptado de Nabil e Mardaljevic (2005).

A norma NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013, p.12) especifica em 500 lux a iluminância a ser mantida nos ambientes destinados às enfermarias, valor necessário para proporcionar segurança no trabalho e atendimento às necessidades do desempenho visual. Como a Iluminância Mantida (EM), determinada pela norma, não pode estar abaixo do valor especificado, independentemente da idade e condições da instalação, para este trabalho, adotou-se o intervalo *desejável* para a análise dos resultados, visto que nesta faixa não há a necessidade de complementação com luz artificial.

4. RESULTADOS

O ambiente em estudo representa a tipologia padrão de um quarto coletivo hospitalar, classificado como ambiente de curta ou média duração. Sob condições de céu encoberto (CIE 1), os valores de iluminância para as diversas orientações estudadas, mantiveram-se em torno de 1600 lux, valor que representa a menor quantidade dentre os céus estudados, o que pode ser atribuído à ausência da incidência direta de iluminação natural no ambiente. Apesar disso, nota-se a predominância de ocorrência de 70% na faixa de iluminância desejável, valores entre 500 a 200 lux (Figura 5), classificado como faixa desejável, conforme classificação de Nabil e Mardaljevic (2005), o que indica expressivo potencial da não necessidade de não fazer uso da iluminação artificial ao longo do dia. Nessas condições, considerando o foco de análise, que corresponde ao leito do paciente, na maior parte do dia, verifica-se que não haverá influência da orientação das aberturas na configuração da iluminação natural interna, em se tratando do céu encoberto.

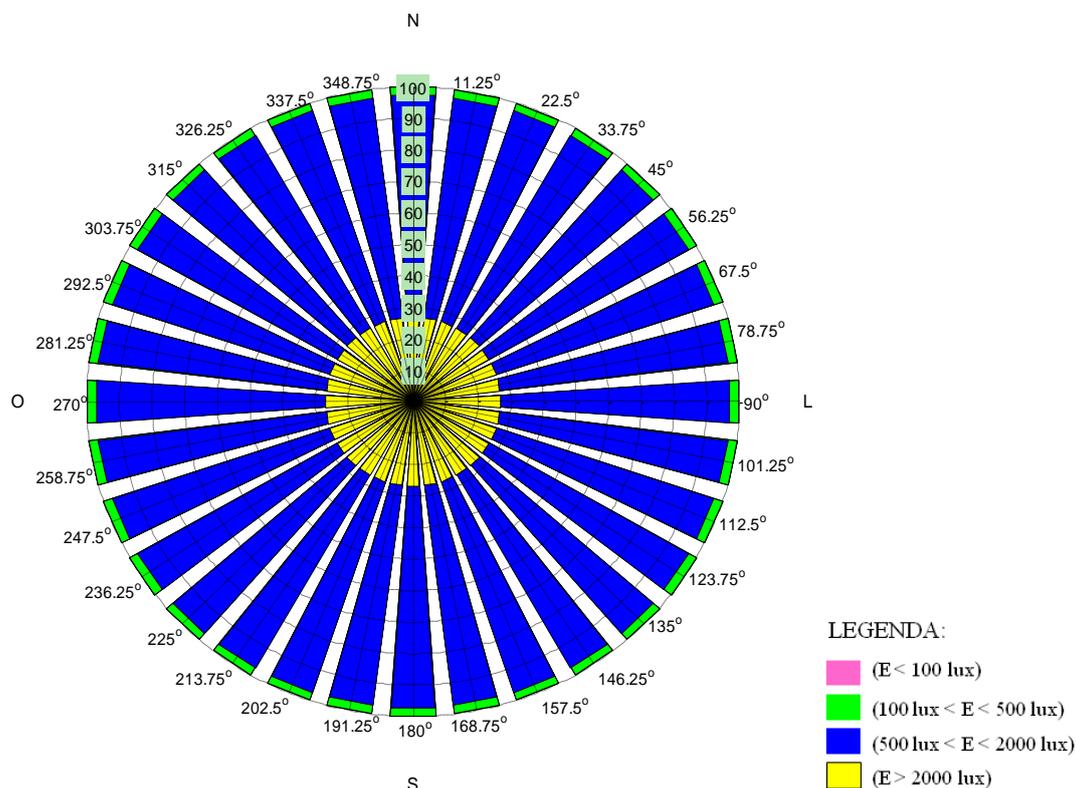


Figura 5 - Ocorrência das faixas de iluminância, em porcentagem de horas anuais. Condições de céu encoberto (CIE 1).

Em relação à condição de céu parcialmente encoberto (CIE 10), Figuras 6 e 7, mais recorrente em Maceió-AL, nota-se que a maior parte de horas anuais, com frequência de ocorrência acima de 90%, encontram-se na faixa considerada excessiva, de acordo com a classificação de Nabil e Mardaljevic (2005), com nível de iluminância acima de 2000 lux, e no máximo, 6,6% de horas anuais na faixa desejável, ou seja, com nível de iluminância entre 500 e 2000 lux, a depender da orientação (Figura 6). Aberturas orientadas ao Norte (N) podem captar em torno de 27% a mais de iluminância se comparada à orientação Sul (S). Em se tratando da orientação Nordeste (NE), observou-se um incremento por volta de 18% no nível de iluminância, se comparada à orientação Sudoeste (SO); e noroeste (NO), observa-se um acréscimo de aproximadamente 16% em relação à orientação Sudeste (SE). Leste e Oeste apresentam níveis de iluminância aproximados, com valores por volta de 7000 lux.

Na Figura 6, é possível observar que nas orientações que se localizam 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 a orientação das aberturas voltadas ao Sul poderia 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). Nesse tipo de céu, os níveis de iluminação são oriundos de diversas partes da abóbada celeste, devido à variação no comportamento das nuvens. A ocorrência de faixas de iluminância excessivas (Figura 6) e dos excessivos valores de iluminâncias médias anuais (Figura 7), nas 32 orientações, pode ser atribuído à incidência de radiação solar direta no ambiente.

Em suma, os resultados encontrados apontam que nas condições de céu parcialmente encoberto, predominante em Maceió, os níveis de iluminância no ambiente são abundantes, o que reforça a necessidade do emprego de dispositivos de sombreamento, a fim de amenizar e controlar a incidência de radiação solar direta. Outro aspecto a ser levado em consideração é a disposição dos leitos no ambiente hospitalar, visto que na condição de céu em questão, a radiação solar direta pode gerar desconforto ao paciente. Vale frisar que as aberturas voltadas para orientação Sul poderão impactar em menores iluminâncias médias anuais no ambiente em estudo, se comparada às demais orientações, o que poderá implicar na menor necessidade de utilização de dispositivos de sombreamento na referida orientação.

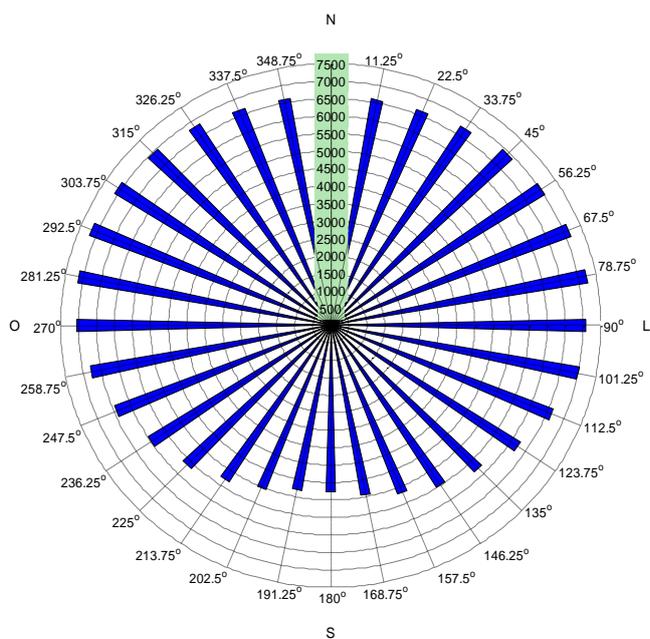
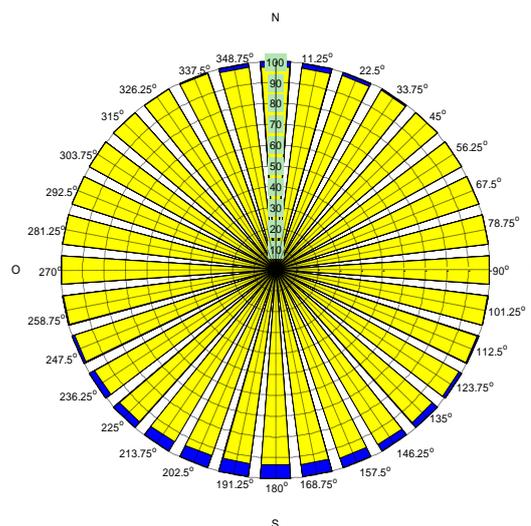


Figura 6 - Iluminâncias médias anuais, em lux, do ambiente em estudo, relativos às diversas orientações. Condições de céu parcialmente encoberto (CIE 10).



LEGENDA:

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

Figura 7 - Ocorrência das faixas de iluminância, em porcentagem de horas anuais. Condições de céu parcialmente encoberto (CIE 10).

Dentre as condições de céu estudadas, a condição de céu claro (CIE 14), Figura 8 e 9, apresentou maior variação entre valores de iluminâncias médias anuais em relação às orientações, com variação que compreende o intervalo entre 2800 lux (orientação Sul) e 6300 lux (orientação Leste ou Oeste) (Figura 8), o que corresponde a quase 50% de variação de valores, ou seja, aberturas voltadas para o Oeste ou Leste captam aproximadamente 50% a mais da iluminância se comparada com a orientação Sul. Nessa tipologia de céu, a luz direta do sol e a luz difusa do céu, passam a contribuir de forma significativa para a iluminação interna das edificações, na medida em que a luz solar torna-se mais brilhante na área ao redor do sol e muito brilhante ao longo do horizonte. Assim, constatou-se elevados valores de iluminâncias, acima de 60% de horas anuais na faixa correspondente à iluminância excessiva, de acordo com a classificação de Nabil e Mardaljevic (2005), enquanto cerca de 32% das horas anuais, a depender da orientação, encontra-se no intervalo considerado desejável (Figura 9). A orientação Sul capta cerca de 48% de iluminância a menos que a captada na orientação Norte. Os maiores índices de iluminância situam-se próximos ao Leste e Oeste. Nesse contexto, os resultados encontrados reforçam a necessidade de sombreamento das aberturas, pois a radiação solar direta pode ser prejudicial aos usuários (pacientes) dispostos nos leitos. Mesmo diante da grande disponibilidade de iluminação natural, menores índices de iluminâncias podem ser alcançados com a orientação das aberturas mais voltadas ao Sul.

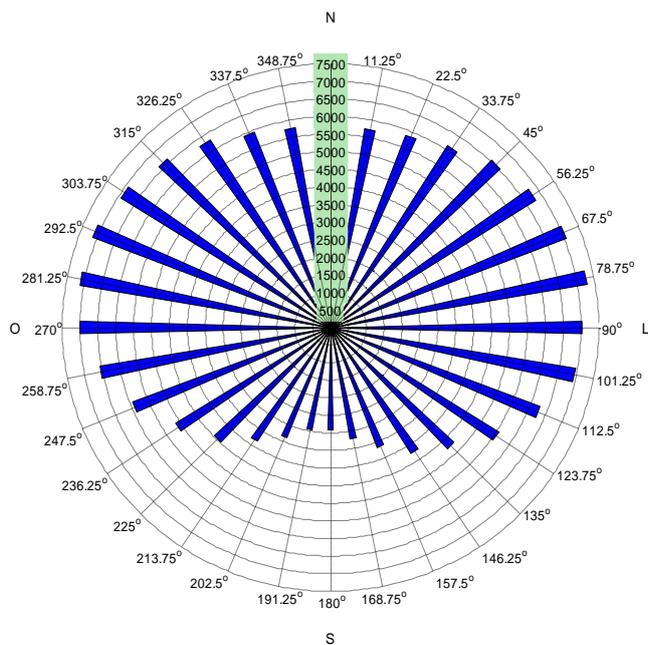


Figura 8 - Iluminâncias médias anuais, em lux, do ambiente em estudo, relativos às diversas orientações. Condições de céu claro (CIE 14).

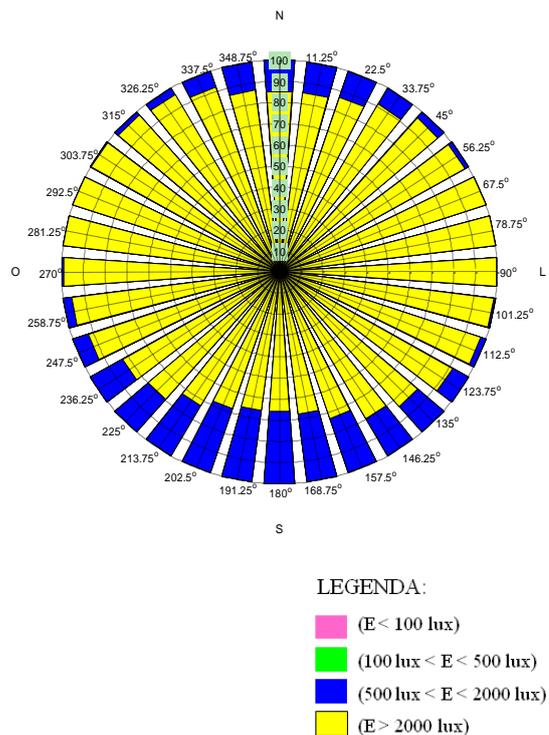


Figura 9 - Ocorrência das faixas de iluminância, em porcentagem de horas anuais. Condições de céu claro (CIE 14).

Quanto à condição de céu dinâmico (CÉU 16), Figura 10 e 11, verificam-se índices de iluminância média anual que variam em torno 3800 lux e 6600 lux, a depender da orientação. Trata-se de uma tipologia de céu baseado em dados estatísticos de estação meteorológica que aborda os três tipos de céu (encoberto, parcialmente encoberto e claro). Da mesma forma, sob condições de céu parcialmente encoberto e claro, no céu dinâmico, as aberturas orientadas entre Nordeste e Leste, bem como Noroeste e Oeste, podem implicar em maiores valores de iluminância média anual no ambiente. O que difere da orientação Sul, onde consta o menor valor. Nota-se que nas orientações compreendidas no primeiro e quarto quadrante, os valores de iluminância de cada umas dessas orientações nesse intervalo, mantêm-se aproximadamente constantes, com pouca diferenciação na determinação dos níveis de iluminância. Quanto à porcentagem de horas anuais (Figura 11), observa-se a predominância de ocorrência acima de 80% de horas anuais compreendidas no intervalo maior que 2000 lux ($E > 2000$), correspondente à faixa excessiva, conforme classificação de Nabil e Mardaljevic (2005). No intervalo entre 500 lux e 2000 lux ($500 < E < 2000$ lux), da faixa considerada desejável, o percentual varia entre 4,2% e 20,3% de horas anuais, dependendo da orientação.

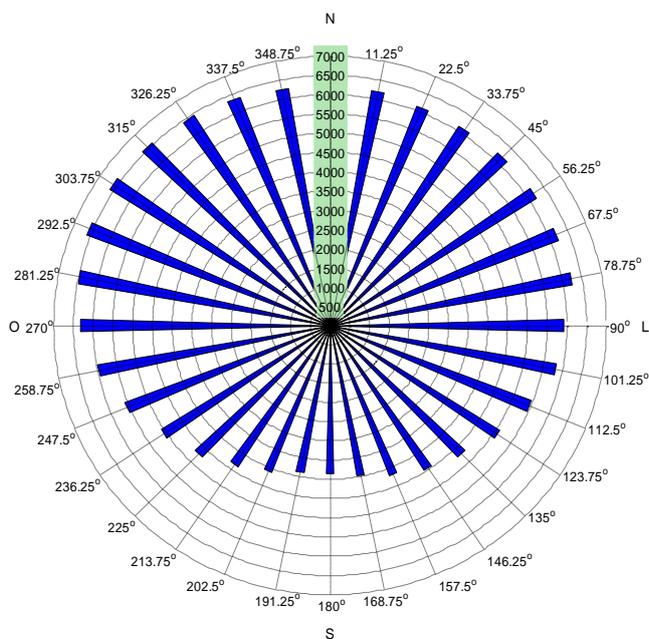
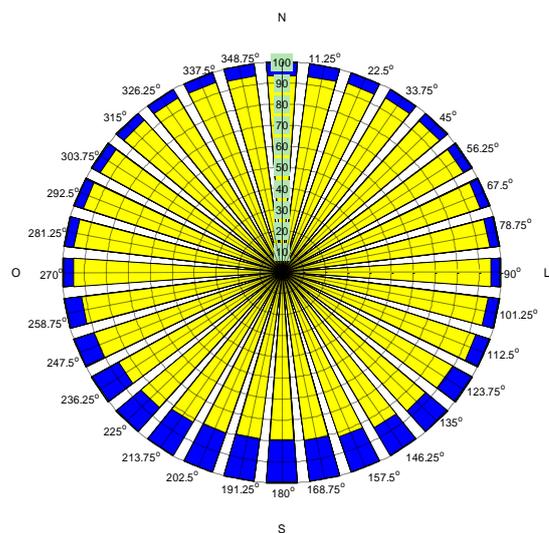


Figura 10 - Iluminâncias médias anuais, em lux, do ambiente em estudo, relativos às diversas orientações - Condições de céu dinâmico (CIE 16).



LEGENDA:

- ($E < 100 \text{ lux}$)
- ($100 \text{ lux} < E < 500 \text{ lux}$)
- ($500 \text{ lux} < E < 2000 \text{ lux}$)
- ($E > 2000 \text{ lux}$)

Figura 11 - Ocorrência das faixas de iluminâncias, em porcentagem de horas anuais, sob condições de céu dinâmico (CIE 16).

Os resultados dos níveis de iluminância no plano de trabalho obtidos no presente estudo, atendem à NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), pois se encontram acima de 500 lux, valor considerado como recomendável em enfermarias. Constatou-se elevados níveis de iluminância no recinto e elevadas ocorrências na faixa de iluminância acima de 2000 lux, classificada como *excessiva*, considerando a classificação de Nabil e Mardaljevic (2005). A NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) não define níveis máximos de iluminância para os ambientes, porém, estabelece limite referente ao desconforto por ofuscamento, que pode estar relacionado à elevada luminância.

5. CONCLUSÕES

Através dos resultados das simulações computacionais das iluminâncias, foi possível avaliar, de forma comparativa, os níveis de iluminância no ambiente estudado (enfermaria), de acordo com diversas possibilidades de orientações e as condições dos tipos de céu. Os elevados níveis de iluminância no ambiente e elevadas ocorrências na faixa de iluminância que excedem 2000 lux, torna o ambiente em estudo susceptível de produzir desconforto térmico ou visual.

Em linhas gerais, observou-se principalmente que em se tratando de condições de céu parcialmente encoberto e céu claro na cidade de Maceió-AL, 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. A orientação das aberturas no ambiente corresponde a um aspecto de grande relevância na determinação das condições de iluminação natural. Em projetos de edificações hospitalares, os ambientes de permanência dos usuários (pacientes) tendem a ser agrupados, geralmente dispostos em blocos, o que acaba limitando a inserção das aberturas em uma orientação, na maioria das vezes.

Em se tratando de ambientes de enfermaria, uma das preocupações diz respeito à necessidade de evitar a incidência direta do sol nos leitos, o que poderia implicar no desconforto dos pacientes, uma vez que a tem-se o ganho passivo de radiação solar, o que pode contribuir para a diminuição do conforto térmico. Como forma de minimizar tais efeitos, controlar a incidência da luz solar e otimizar o aproveitamento da iluminação natural, pode-se optar pela inserção dos dispositivos de sombreamento, a exemplo de *brises* e beirais. Assim,

busca-se proporcionar níveis apropriados de iluminação para a o bem-estar dos usuários, execução segura e confortável das tarefas.

Vale ressaltar que a elaboração de gráficos em formato de histogramas circulares permitiu a visualização simultânea de resultados de diversas orientações possíveis do ambiente quanto aos níveis de iluminância, o que pode contribuir no processo de concepção projetual, ao considerar os aspectos relacionados à iluminação natural.

Com o presente estudo, enfatizou-se a importância de considerar parâmetros como os tipos de condições de céu e a orientação (ligada à localização geográfica) na concepção de projetos hospitalares em regiões de clima tropical. Tais aspectos, quando considerados em conjunto, podem interferir na quantidade e qualidade da iluminação natural, o que está fortemente interligado às condições de conforto térmico e visual na arquitetura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº50: dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: abril, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISSO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BAKER, N.; STEEMERS, K. Daylight Design of Buildings. London: James X James, 2002.
- CABÚS, R. C. Tropical Daylighting: predicting sky types and interior illuminance in north-east Brazil. (PhD).Architecture University of Sheffield, Sheffield, 2002.288p.
- CABÚS, R.C. Troplux: um sotaque tropical na simulação da luz natural em edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió,AL. Anais... Maceió: ENCAC, 2005.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE - CIE - CIE S 011.2/E:2003: Spatial distribution of daylight - CIE standard general sky. Vienna: CIE Central Bureau, 2003.
- LUKJANTCHUKI, M. A.; CARAM, R. M. Arquitetura hospitalar e o conforto ambiental: evolução, histórica e importância na atualidade. Escola de Engenharia de São Carlos/ USP- Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <https://www.usp.br/nutau/CD/160.pdf>. Acessado em: 03/05/19.
- MARTINS, V. P. A humanização e o ambiente físico hospitalar. Anais do I Congresso Nacional da ABDEH- IV Seminário de Engenharia clínica, 2004.
- 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: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1191/1365782805li128oa>. Acessado em Fev. 2019.
- TROPLUX. Manual Versão 6: Grupo de Pesquisa em Iluminação (GRILU) da Universidade Federal de Alagoas.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ricardo Cabús e ao Grupo de Pesquisa em Iluminação (Grilu) pela disponibilização do programa Troplux.