XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

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

A Iluminação atural e a Sede do Ministério da Fazenda em Fortaleza

Natural Lighting and the Headquarters of the Ministry Of Finance In Fortaleza

Ilana Maria Holanda Sousa Teles
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | ilanamhs@gmail.com
Paulo Costa Sampaio Neto
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | paulocosta@daud.ufc.br

Resumo

A sede do Ministério da Fazenda, em Fortaleza, apresenta uma elevada demanda por iluminação artificial nas áreas de trabalho, mesmo com a abundante oferta de luz natural na Cidade. Assim, objetiva-se avaliar a iluminância no interior do edifício, a partir da simulação computacional, da construção de hipóteses e de medições in loco. Os resultados mostram os baixos níveis de iluminância provenientes da radiação solar difusa nas salas, em decorrência do uso predominante de materiais escuros no projeto. Este artigo demonstra a importância da cuidadosa escolha da paleta cromática, tendo-se em vista um melhor aproveitamento e distribuição da luz natural.

Palavras-chave: Acácio Gil Borsoi. Arquitetura Moderna. Conforto térmico. Fortaleza. Iluminação natural.

Abstract

The headquarters of the Ministry of Finance, in Fortaleza, has a high demand for artificial lighting in work areas, even with the abundant supply of natural light in the City. Thus, the objective is to evaluate the illuminance inside the building, from the computational simulation, the construction of hypotheses and in loco measurements. The results show the low levels of illuminance from the diffuse solar radiation in the rooms, due to the predominant use of dark materials in the project. This article demonstrates the importance of carefully choosing the chromatic palette, with a view to better use and distribution of natural light.

Keywords: Acácio Gil Borsoi. Modern architecture. Thermal comfort. Fortaleza. Natural lighting.

INTRODUÇÃO

Segundo a ASHRAE 55 [1], o conforto térmico pode ser definido como a condição mental que expressa satisfação com o ambiente térmico. Se houver um equilíbrio entre as temperaturas externas e internas ao corpo, com liberação de suor dentro de

TELES, Ilana Maria Holanda Sousa; SAMPAIO NETO, Paulo Costa. A Iluminação Natural e a Sede do Ministério da Fazenda em Fortaleza. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. XXX-XXX.

limites aceitáveis, admite-se que o indivíduo está termicamente confortável. De acordo com Humphreys [2], a temperatura de neutralidade não é estática; pelo contrário, varia ao longo do ano de acordo com a região, a estação e as temperaturas às quais cada pessoa está habituada. E Givoni [3] defende que o ser humano consegue se adaptar às condições do meio onde vive e, portanto, os limites da zona de conforto se ajustam em relação a cada localidade.

Pelo aqui exposto, compreende-se, como tarefa fundamental do arquiteto, a consideração das questões ambientais presentes no entorno durante a concepção de um projeto, a fim de gerar espaços que proporcionem boa qualidade de vida. Analisando a situação de edifícios localizados em regiões tropicais quentes e úmidas, com alta umidade relativa do ar e com pequenas variações de temperatura ao longo do dia, como é o caso da cidade de Fortaleza, situada na zona bioclimática 8, a NBR 15220-3 [4] recomenda o uso de elementos de proteção solar nas aberturas da edificação, de forma a eliminar, ou ao menos reduzir, a entrada de radiação solar direta, bem como considerar o aproveitamento da ventilação natural.

Um elemento arquitetônico muito versátil, concebido por Le Corbusier para responder a tais requerimentos, é o brise-soleil. Amplamente estudada e aplicada na arquitetura moderna brasileira, essa opção mostra-se bastante eficaz devido à geração de uma segunda pele nas fachadas, que protege os interiores da citada radiação.

No Brasil, pode-se observar, durante os anos 1970, a sua vasta utilização, ainda que, em parte dos casos, tal emprego tenha ocorrido de maneira equivocada, sem considerar a orientação, a latitude e/ou o seu correto dimensionamento. Essa não é a situação da edificação em estudo, a Sede do Ministério da Fazenda em Fortaleza, em que esses elementos foram projetados com grande apuro técnico, respondendo eficazmente aos requerimentos de proteção solar do edifício.

Este artigo tem como objetivo principal analisar o comportamento lumínico no interior da Sede do Ministério da Fazenda, em Fortaleza, por meio da avaliação dos níveis de iluminância advindos da luz solar filtrada nas esquadrias pelos brises, contribuindo para demonstrar a influência das cores e das propriedades físicas dos materiais na distribuição da luz no espaço.

METODOLOGIA

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE FORTALEZA

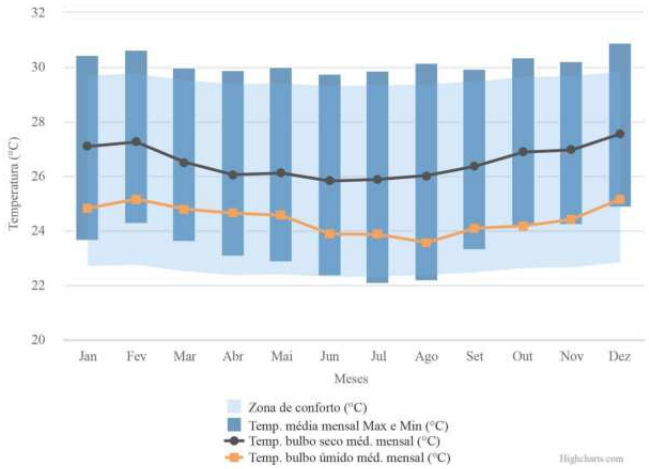
Por encontrar-se bem próxima à linha do Equador, com latitude 3° 43' 6'' Sul, Fortaleza registra temperaturas elevadas durante o ano todo. Durante um ano típico, a temperatura varia entre 22°C e 31°C (Figura 1), com temperatura anual média de 26.5°C, sendo dezembro o mês mais quente (com média máxima de 31,7°C e média mínima de 24,9°C), e julho, o mais ameno (com média máxima de 30,6°C e média mínima de 22,8°C), segundo dados climatológicos de 1991 a 2020, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

A cidade apresenta alta umidade relativa anual, variando suas médias entre 80% e 90% (Figura 2), fator responsável por sua baixa amplitude térmica ao longo do dia. As chuvas se concentram no primeiro semestre do ano, com precipitações mais elevadas nos meses de março e abril, chegando a 500mm (Figura 3).

Os ventos abundantes chegam praticamente no quadrante entre leste e sul, com maior predominância da direção leste (Figura 4). Os ventos alísios promovem grandes movimentações de ar, amenizando a sensação de abafamento na cidade.

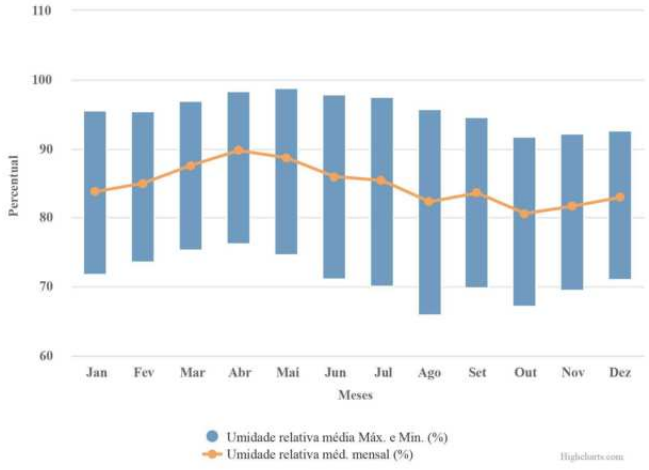
Os gráficos a seguir, cujos arquivos climáticos são do INMET 2016, foram retirados da plataforma disponibilizada pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE).

Figura 1: Temperatura média mensal e zona de conforto em Fortaleza



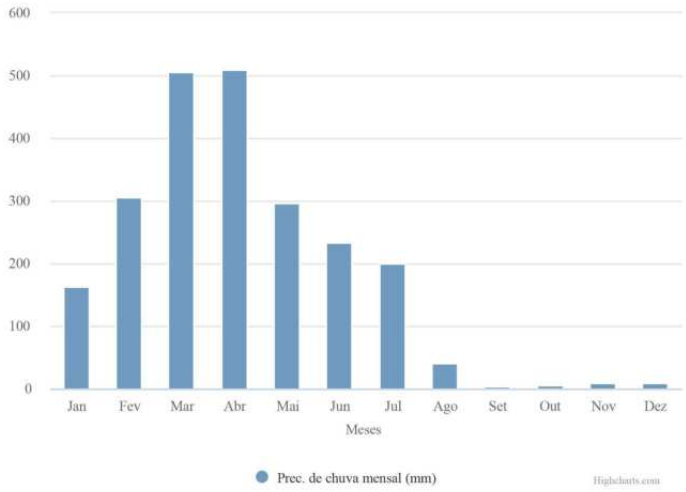
Fonte: mme.gov.br/projeteee/dados-climaticos/ com adaptação dos autores.

Figura 2: Umidade relativa mensal em Fortaleza



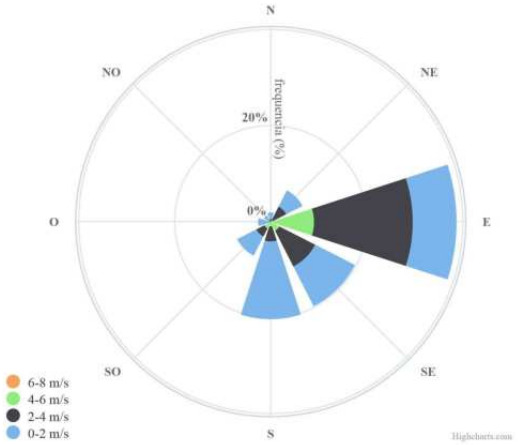
Fonte: mme.gov.br/projeteee/dados-climaticos/ com adaptação dos autores.

Figura 3: Precipitação de chuva mensal em Fortaleza



Fonte: mme.gov.br/projeteee/dados-climaticos/ com adaptação dos autores.

Figura 4: Rosa dos ventos em Fortaleza



Nota: O gráfico indica velocidade, direção e frequência do vento.
Fonte: mme.gov.br/projeteee/dados-climaticos/ com adaptação dos autores.

SEDE DO MINISTÉRIO DA FAZENDA EM FORTALEZA

O Edifício Sede do Ministério da Fazenda é uma importante referência na produção do Movimento Moderno em Fortaleza, tanto pelo caráter monumental e celebrativo da obra, reconhecido por Wolf [5], quanto pelo apuro técnico de sua construção e primor de seu acabamento, indicados por Diógenes e Paiva [6]. O projeto foi concebido por Acácio Gil Borsoi em 1975, à época do chamado “milagre econômico brasileiro” empreendido pela ditadura militar, quando se observa uma intensa produção de obras institucionais.

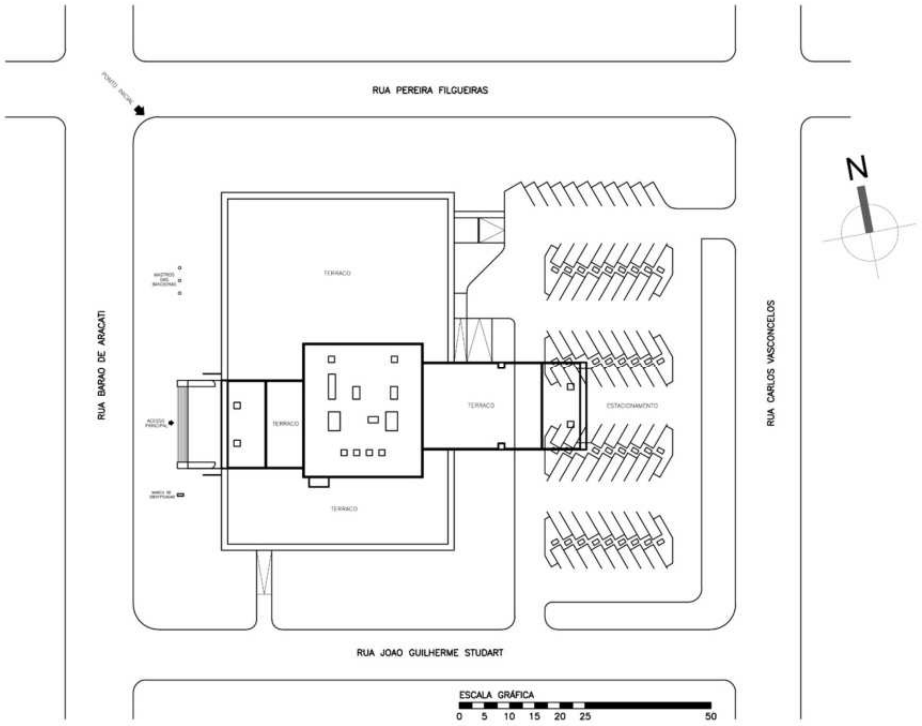
O projeto foi implantado em uma quadra inteira e seu entorno imediato é predominantemente de baixo gabarito, composto por residências, edifícios multifamiliares, restaurantes e outros serviços. O prédio ocupa boa parte da fração oeste da citada quadra e acompanha o alinhamento da malha urbana, apresentando uma inclinação de 18° para o leste (Figuras 5 e 6).

Figura 5: Destaque para a implantação do edifício



Fonte: Imagem de satélite do Google Earth adaptada pelos autores.

Figura 6: Planta de situação da Sede do Ministério da Fazenda em Fortaleza



Fonte: Planta editada pelos autores a partir de arquivo em autocad cedido pela equipe SRA-ME/CE.

A obra respeita com maestria um sistema de coordenação modular tridimensional de 1.25m x 1.25m x 1.25m, que vai desde a definição estrutural das lajes e pilares até mobiliário e paisagismo, de forma a reforçar a unidade da composição. Dessa malha reticulada, resulta um bloco retangular horizontal (46.25m x 71.25m), com 4 pavimentos, sobreposto por um volume vertical, mais alongado (17.50m x 72.50m), formado por 9 pavimentos-tipo em planta livre, com os pilares situados nas extremidades da lâmina (Figura 7), a fim de promover uma maior flexibilidade na ocupação dos mesmos, em função da necessidade de cada órgão que compõe o Ministério.

Figura 7: Planta baixa esquemática do pavimento-tipo



Nota: Planta orientada pela modulação 1.25m x 1.25m, com marcação dos pilares nas extremidades, resultando na planta livre. Fonte: acaciogilborsoi.com.br/projetos.

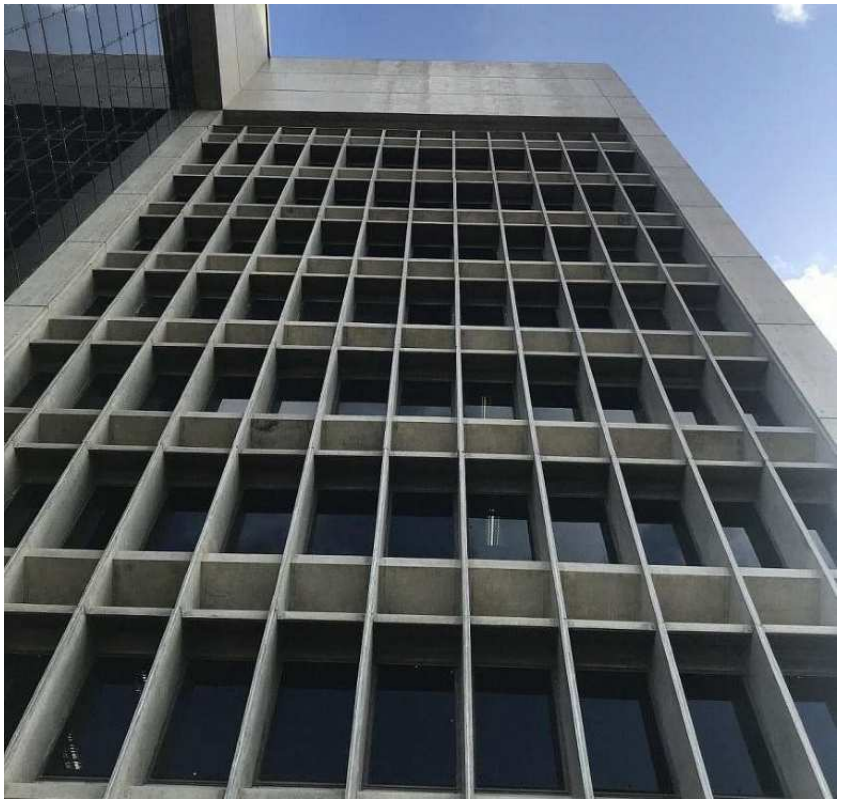
Em relação à volumetria da edificação (Figura 8), Sampaio Neto [7] aponta a tripartição do seu desenvolvimento vertical como herança do método de composição beaux-arts, utilizado em muitos trabalhos pelo arquiteto: a "base", que corresponde funcionalmente às áreas de atendimento ao público, apresenta tratamento quase inteiramente opaco, com fechamento realizado por placas de concreto aparente com poucas e estreitas fenestrações; o "corpo", onde se implantam as áreas de escritório, com fachadas mais movimentadas, tanto pelo jogo de sombras promovido pelos brises que protegem as esquadrias (Figura 9), quanto pelas varandas que quebram o rigor e a previsibilidade da composição; e, finalmente, o "coroamento", novamente opaco, onde se encontram dispostas áreas técnicas (central de ar condicionado e caixa d'água).

Figura 8: Fachada norte-nordeste (acima) e fachada sul-sudeste (abaixo)



Fonte: Imagem de satélite adaptada do Google Earth.

Figura 9: Composição ritmada da fachada por meio dos brises



Fonte: Arquivo dos autores.

A implantação do edifício obedece aos alinhamentos preexistentes do sistema viário, apresentando suas fachadas paralelas às ruas Pereira Filgueira (NNE), Iracema (SSO), Carlos Vasconcelos (ESE) e Barão de Aracati (ONO).

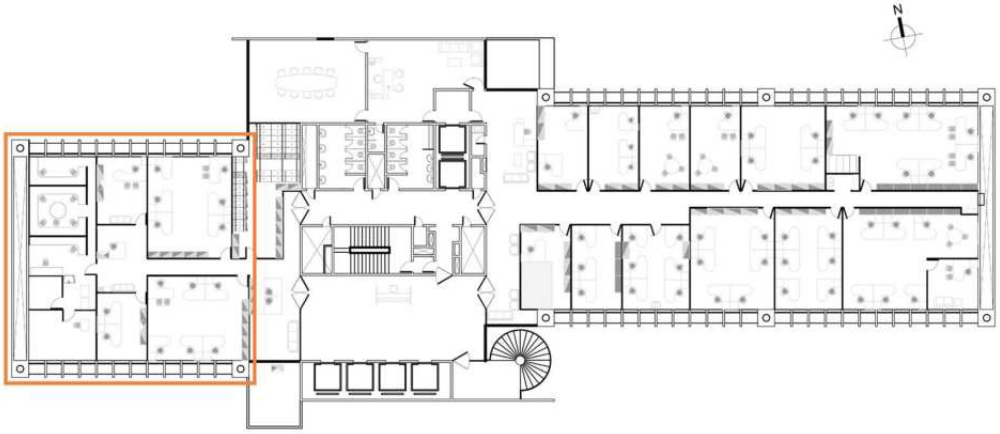
Tal implantação favorece a redução da carga térmica admitida, proveniente da radiação solar direta que alcança o edifício, ao dispor suas menores fachadas para as orientações mais desfavoráveis (no caso, as ESE e ONO). Para tais orientações, a edificação apresenta fechamento com empenas cegas, constituídas por paredes duplas. Já, nas suas grandes fachadas (NNE e SSO), o fechamento é realizado majoritariamente por esquadrias protegidas por brises, que, além de desempenharem adequadamente a sua função, conforme asseveram Leite et al. [8], são também elementos protagonistas da solução plástica do edifício.

LEVANTAMENTO FOTOMÉTRICO

Foram escolhidas duas salas para realizar o levantamento fotométrico: uma situada na fachada norte-nordeste, cujas dimensões correspondem a 3.75m x 5.00m, e outra à sul-sudoeste, medindo 6.25m x 7.50m; ambas na porção oeste do 6º andar, onde está instalada a Superintendência Regional de Administração do Ministério da Economia no Estado do Ceará (SRA-ME/CE), conforme as figuras 10 e 11.

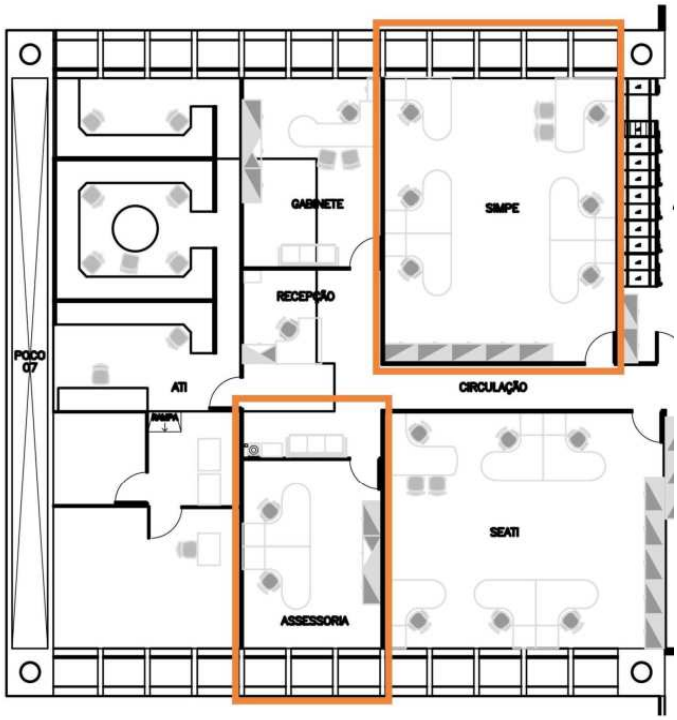
Em decorrência da posição do sol, mais ao sul no mês de fevereiro, em Fortaleza, foi prevista a medição de uma sala com orientação sul-sudoeste, mais exposta à radiação solar nessa época, e outra com orientação oposta (norte-nordeste), portanto, menos favorecida pela iluminação natural.

Figura 10: Planta baixa do 6º andar



Nota: Destaque para a ala oeste do 6º andar. Fonte: Planta editada pelos autores a partir de arquivo em autocad cedido pela equipe SRA-ME/CE.

Figura 11: Planta baixa da ala oeste do 6º andar



Nota: Destaque para as duas salas, uma à NNE (SIMPE) e outra à SSO (ASSESSORIA). Fonte: Planta editada pelos autores a partir de arquivo em autocad cedido pela equipe SRA-ME/CE.

Durante a visita, observou-se o pouco aproveitamento da iluminação natural difusa nas salas do bloco vertical, aliado a um uso quase exclusivo de iluminação artificial, percebendo-se, inclusive, a situação de persianas fechadas em diversas salas.

Também foi verificado o uso predominante de cores escuras nos materiais de acabamento originais do projeto (Figura 12), como do alumínio (bronze), forro em grelha metálica (bronze) e do próprio concreto aparente, os quais absorvem boa parte da radiação e reduzem consideravelmente a reflexão da luz.

Figura 12: Materiais com predominância de cores escuras



Fonte: Arquivo dos autores.

O levantamento fotométrico realizado no dia 19 de fevereiro de 2022 (sábado) ocorreu às 9h e às 15h. Às 9h, o céu estava encoberto e choveu moderadamente. A temperatura externa marcava 26°C. No exterior da edificação, o luxímetro captou aproximadamente 10.800 lux. Às 15h, o céu estava parcialmente nublado, não choveu. A temperatura externa marcava 29°C.

O dia da semana escolhido para medição teve grande relevância na viabilidade do levantamento, pois apenas no sábado seria possível solicitar que todas as lâmpadas do andar em análise fossem desligadas, já que não costumam ocorrer atividades relacionadas à instituição nos finais de semana.

Um fator limitante à realização do levantamento foi o mau estado das persianas, em que algumas apresentavam defeito em seu acionamento. A escolha dos ambientes considerou a presença do maior número possível de esquadrias com bom funcionamento de tais componentes. Vale ressaltar, ainda, que a presença de mobiliários e equipamentos, como computadores, teve influência na medição, visto que geram áreas de sombreamento em alguns pontos do levantamento (Figura 13).

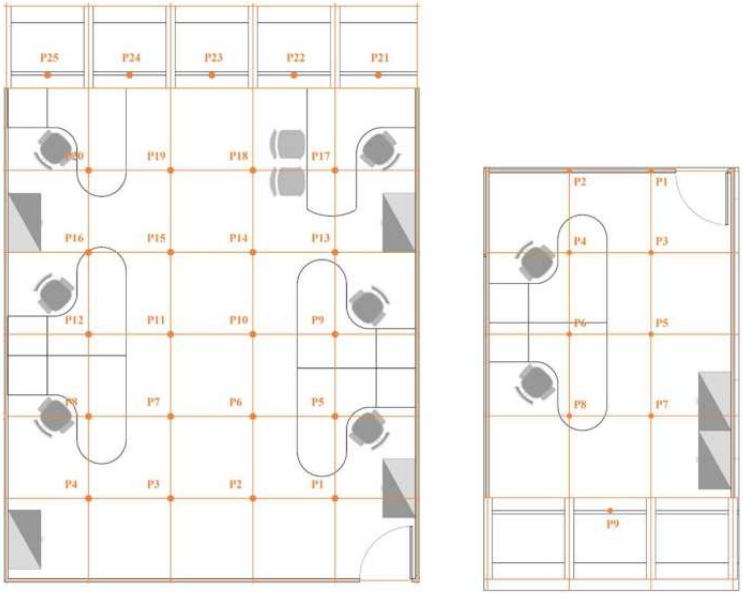
Figura 13: Foto no dia 19 de fevereiro de 2022, apenas com luz natural, da sala NNE (SIMPE), às 9h (à esquerda); e da sala SSO (ASSESSORIA), às 10h (à direita)



Fonte: Arquivo dos autores (2022).

Em ambas as salas, as medições foram realizadas com um luxímetro digital MINIPA-MLM-1020, apenas sob a influência da iluminação natural. Os pontos de iluminância foram distribuídos em uma malha orientada pela modulação 1.25m x 1.25m do forro, conforme apresentado na Figura 14. Admitiu-se o plano de trabalho a 75 cm do piso, altura assumida pela NBR 8995-1 [9], a qual também determina uma média mínima de 500 lux para escritórios com atividades predominantemente relacionadas a escrever, teclar, ler e processar dados.

Figura 14: Malha de pontos de iluminância na sala NNE (à esquerda) e sala SSO (à direita)



Fonte: Arquivo dos autores.

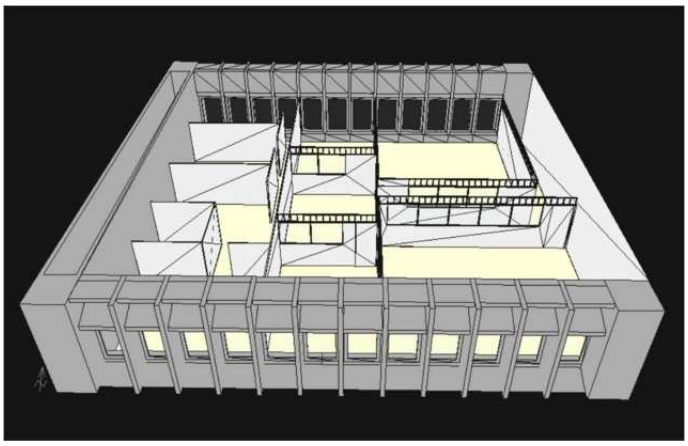
BRISES: OS PROTAGONISTAS

Após as medições in loco, foram realizados estudos de insolação, a fim de compreender a eficiência dos brises quanto ao seu dimensionamento e orientação.

Para gerar as máscaras solares e simulações de iluminância no programa Autodesk Ecotect Analysis 2011 (Autodesk, 2010) [10], foi importada, do software SketchUp 2021 (Trimble, 2020) [11], uma modelagem digital simplificada do edifício (Figura 15), editada pelos autores a partir do modelo cedido pelo arquiteto Bruno Braga, com

acréscimo das atuais divisões internas do 6º andar e ajuste das dimensões das esquadrias com base no levantamento feito in loco, devido à verificação de pequenas discordâncias entre o projeto e a obra executada.

Figura 15: Modelagem simplificada da ala oeste do 6º andar

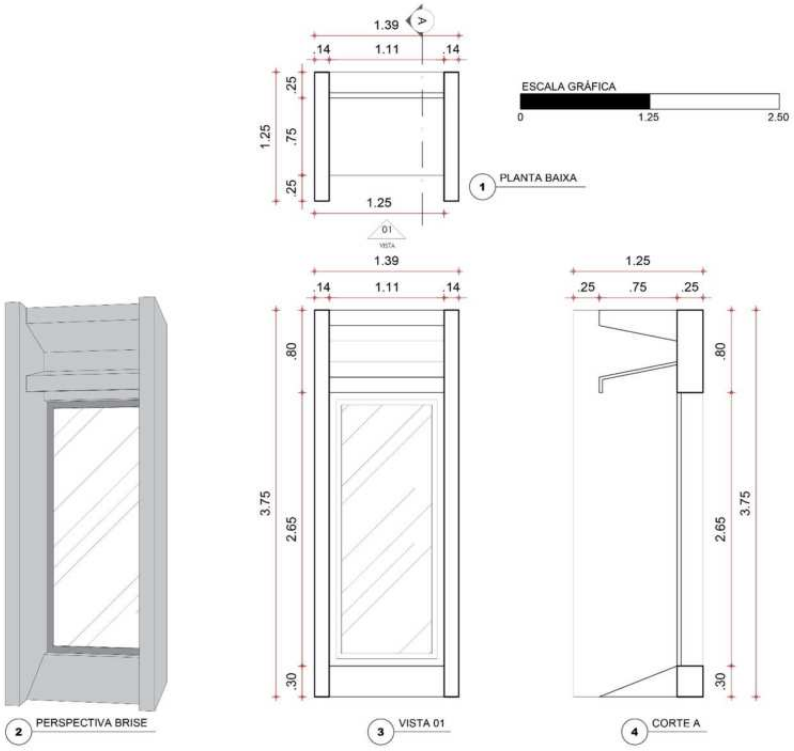


Fonte: Arquivo dos autores, gerado a partir do Ecotect.

Para os cálculos de insolação e iluminação no Ecotect, não é necessário o uso de arquivo climático, insere-se apenas os dados de latitude da localidade em estudo e o período do ano.

A Figura 16 apresenta o detalhamento dos brises em concreto projetados por Borsoi, seguindo a malha modular.

Figura 16: Dimensionamento do brise misto



Fonte: Arquivo dos autores.

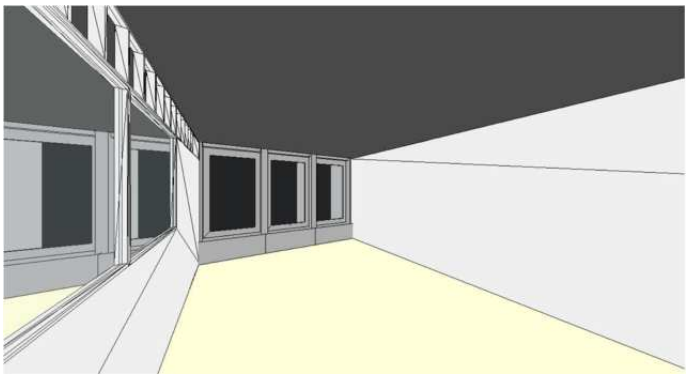
DESEMPENHO LUMÍNICO DO EDIFÍCIO

Após verificar o dimensionamento dos brises, foram realizadas simulações de iluminação para compreender o comportamento lumínico nas duas salas em relação à radiação solar recebida para os 4 dias climaticamente representativos do ano (equinócios e solstícios), em três momentos do dia (9h, 12h e 15h).

Todas as simulações foram realizadas por meio do Radiance, plugin associado ao software Autodesk Ecotect Analysis 2011, na configuração de "céu nublado" (cloudy sky), a fim de verificar os níveis de iluminância alcançados na situação mais desfavorável da abóbada celeste.

Os valores de RGB atribuídos aos materiais para a simulação foram determinados por aproximação visual, considerando os materiais utilizados atualmente (Figura 17), como o forro escuro (73,73,73), as divisórias brancas (239,239,239), a fachada em concreto aparente (173,173,173) e o piso bege claro (255,255,217).

Figura 17: Perspectiva interna da sala sul-sudoeste

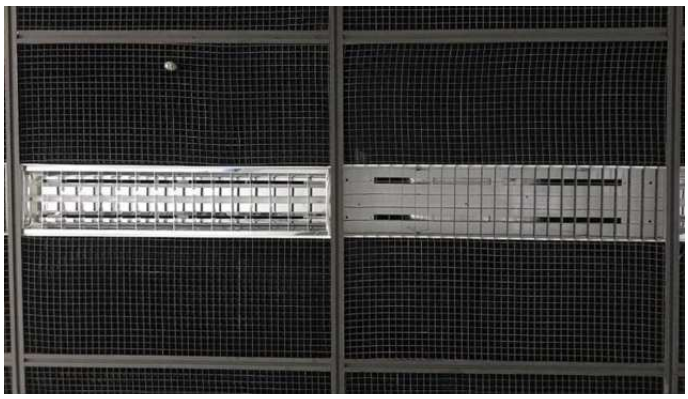


Fonte: Arquivo dos autores, gerado a partir do Ecotect.

HIPÓTESES DE MELHORIA NO DESEMPENHO LUMÍNICO

Após verificar o desempenho lumínico nas salas em estudo, foi levantada a hipótese de que a simples alteração da materialidade e da cor do forro atual (Figura 18) para placas opacas na cor branca (RGB 255,255,255) já resultaria em um aprimoramento considerável do desempenho lumínico.

Figura 18: Forro metálico em grelha (original) usado nos ambientes de trabalho



Fonte: Arquivo dos autores (2022).

Essa possibilidade foi considerada tendo em vista que alguns ambientes reformados na edificação já receberam esse material, diferente do original, como é o caso dos banheiros (Figura 19). Os novos forros utilizados para esses ambientes são placas de alumínio pintadas em branco com micro furos (50cm x 50cm).

Figura 19: Novo forro branco e opaco usado nos banheiros atualmente



Fonte: Arquivo dos autores (2022).

Seguindo uma lógica semelhante à da pesquisa realizada por Melendo [12], o qual propôs uma situação fictícia simulando o desempenho lumínico dos brises móveis do Ministério de Educação e Saúde Pública do Rio de Janeiro (caso fossem pintados de branco), uma segunda hipótese foi simulada para a Sede do Ministério da Fazenda, em Fortaleza, considerando a pintura da fachada na cor branca (RGB 255,255,255), bem como de seus brises modulados (RGB 255,255,255), somado ao novo forro hipotético (RGB 255,255,255), como mostra a Figura 20.

Vale salientar que, em face do grande prestígio e da importância do edifício para a arquitetura moderna cearense, as hipóteses apresentadas neste estudo de caso **não correspondem a uma proposta de retrofit**. As hipóteses foram desenvolvidas **apenas para fins de estudo e compreensão** da influência da cor sobre o desempenho lumínico de um ambiente.

Para as novas simulações, foram escolhidos dois momentos dentre os resultados gerados na análise anterior, as situações onde houve menor (21 de junho às 9h) e maior (21 de março às 12h) oferta de luz natural nos pontos mais próximos das janelas.

Figura 20: Perspectiva interna da sala SSO, considerando a primeira (à esquerda) e a segunda (à direita) hipótese de melhoria



Fonte: Arquivo dos autores, gerado a partir do Ecotect.

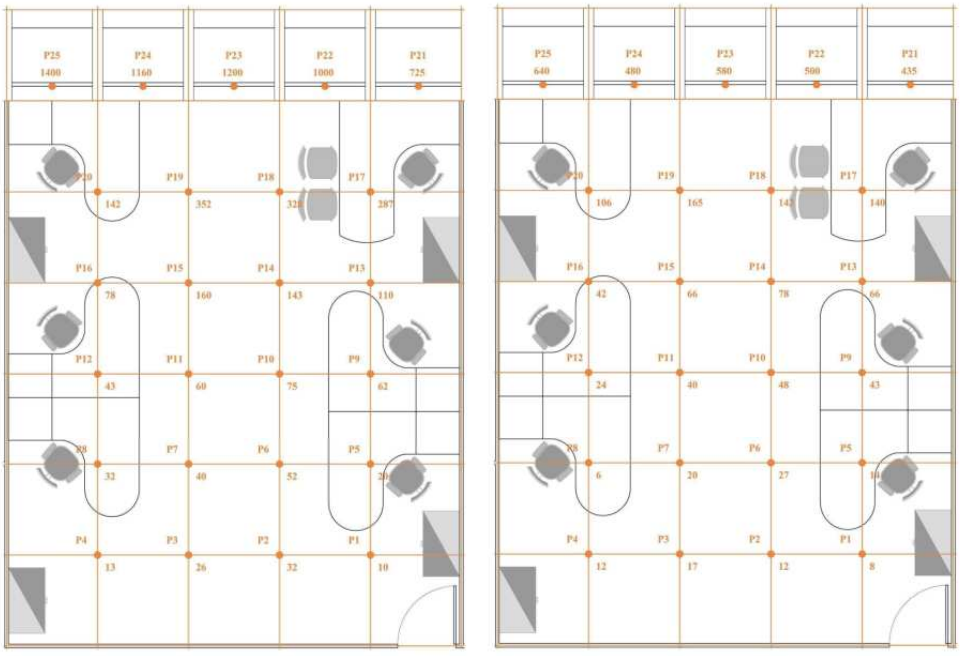
RESULTADOS

LEVANTAMENTO FOTOMÉTRICO

O resultado das medições realizadas in loco (Figuras 21 e 22) mostram uma queda acentuada dos valores de lux para os pontos à medida que se afastam dos brises, embora haja altos níveis de iluminância nos pontos mais próximos às fachadas.

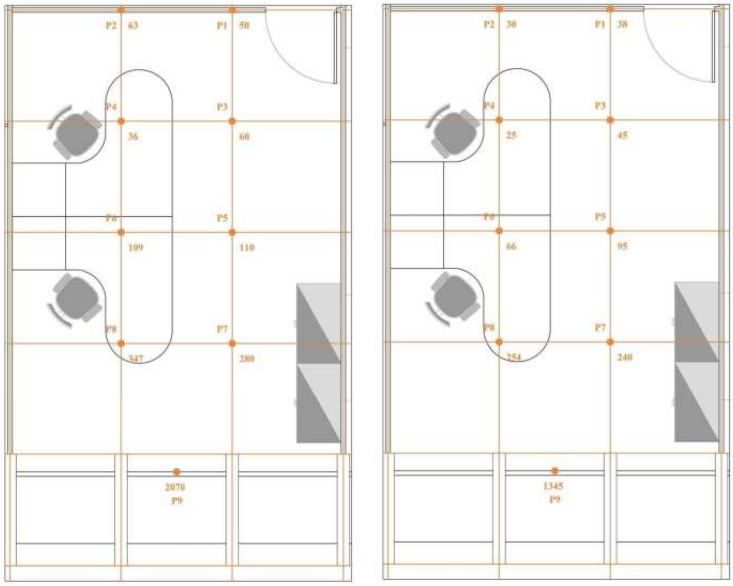
Assim, é possível verificar uma má distribuição da luz natural difusa ao longo da sala, em decorrência do uso predominante de cores escuras nos materiais do projeto. Esta etapa foi importante para compreender o comportamento lumínico real nas salas, considerando todo o mobiliário existente.

Figura 21: Levantamento fotométrico da sala NNE, às 9h (à esquerda) e às 15h (à direita)



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 22: Levantamento fotométrico da sala SSO, às 9h (à esquerda) e às 15h (à direita)

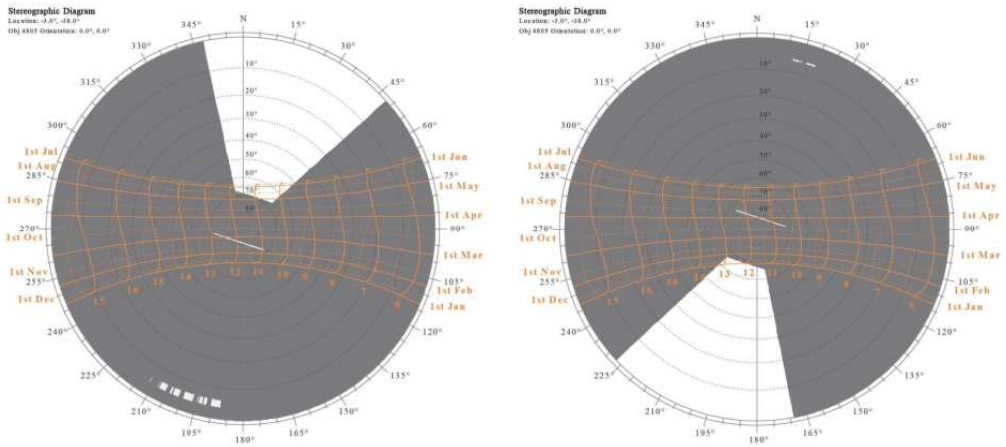


Fonte: Arquivo dos autores.

BRISES: OS PROTAGONISTAS

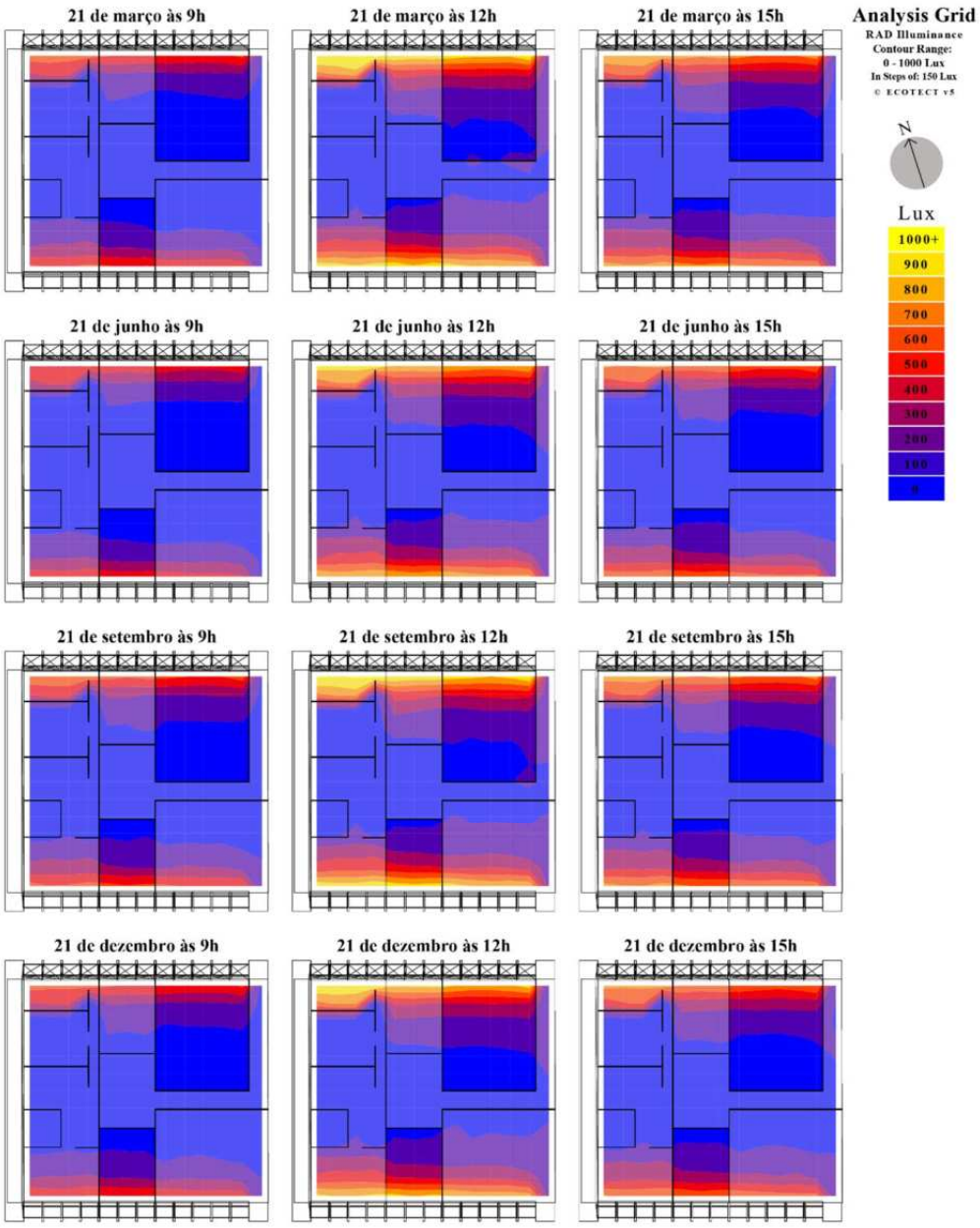
A partir das máscaras solares apresentadas (Figura 23), foi possível verificar o correto desempenho dos elementos de proteção solar empregados nas fachadas norte-nordeste e sul-sudoeste. A radiação solar direta é quase completamente barrada durante todo o ano, conseguindo alcançar a fachada norte-nordeste somente entre meados de abril a agosto, por um curto período, no final da manhã. A data em que há maior infiltração de luz solar direta, corresponde ao solstício de inverno, quando entra (parcialmente) das 9h30 às 12h. Já pela fachada sul-sudoeste, mais protegida, a radiação solar direta entra apenas durante alguns minutos, nos meses de dezembro e janeiro, sendo, o solstício de verão, o dia com maior exposição, verificada (aproximadamente) entre as 12h e as 13h10.

Figura 23: Máscara de proteção solar para a fachada norte-nordeste (à esquerda) e sul-sudoeste (à direita)



Fonte: Arquivo dos autores, gerado a partir do Ecotect.

Figura 24: Simulação dos níveis de iluminância das salas situadas na ala oeste



Fonte: Editado pelos autores a partir do Radiance-Ecotect.

A partir das simulações (Figura 24), em relação aos níveis de iluminância no interior das duas salas em estudo, foi possível verificar uma boa oferta de luz natural nas proximidades das fachadas. Há, no entanto, uma redução brusca dessa oferta a poucos metros de distância das esquadrias. Observou-se um padrão em que, ao meio-dia, há uma infiltração de luz consideravelmente maior do que nos demais períodos analisados, sendo, o horário das 9h, aquele que apresentou menores valores de iluminância.

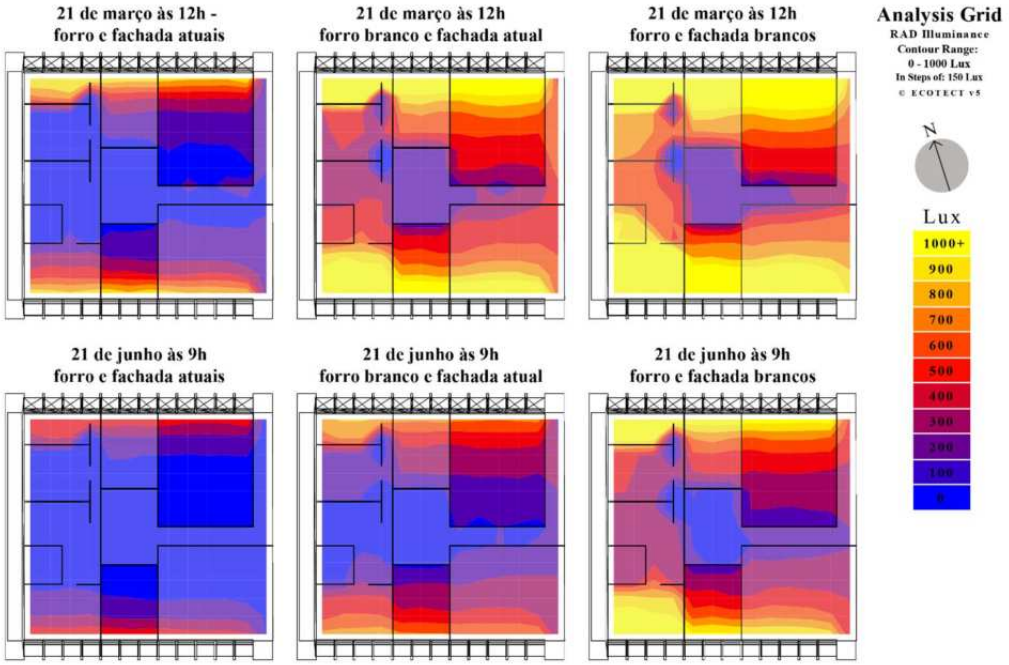
Na sala situada a norte-nordeste, os pontos mais próximos aos brises apresentam em média 572 lux às 9h dos 4 dias simulados. À medida que os pontos se afastam das

esquadrias, seus valores de iluminância caem consideravelmente, chegando a uma média de 114 lux na parte central e de 84 lux na entrada da sala (área oposta), neste mesmo período. Ao meio-dia, há em média uma oferta de 909 lux, nos pontos mais próximos da esquadria, reduzindo para médias de 182 lux e 127 lux ao distanciar-se das esquadrias. Às 15h, as médias atingem 722 lux, 143 lux e 100 lux, respectivamente.

Já na sala voltada para o sul-sudoeste, os pontos mais próximos à fachada marcam, às 9h, uma média de 588 lux e os pontos mais distantes apresentam uma média de 128 lux. Às 12h, atingem médias de 931 lux próximo às esquadrias, reduzindo para uma média de 199 lux na entrada da sala. Às 15h, as médias correspondem a 743 lux e 165 lux, respectivamente.

HIPÓTESES DE MELHORIA NO DESEMPENHO LUMÍNICO

Figura 25: Simulação dos níveis de iluminância das salas situadas na ala oeste, considerando as duas hipóteses de melhoria



Fonte: Editado pelos autores a partir do Radiance-Ecotect.

Observando as novas simulações (Figura 25), a análise qualitativa dos contornos cromáticos das curvas de fluxo luminoso já evidencia um ganho lumínico considerável, em relação à situação atual.

A média dos níveis de iluminância dos pontos mais próximos às esquadrias da sala norte-nordeste, às 12h do dia 21 de março, teve um aumento de 50% ao utilizar o forro branco. Os pontos centrais cresceram 223% e os pontos na entrada aumentaram 95%. Se compararmos a situação atual com a segunda hipótese, o desempenho luminoso atingiu pouco mais que o dobro dos valores de iluminância nos pontos da fachada, no centro os valores cresceram 279% e na entrada 79%.

Já na sala sul-sudoeste, às 12h do dia 21 de março, verifica-se que a média dos níveis de iluminância dos pontos da fachada aumentou 39%, e 127% na entrada, considerando a primeira hipótese. Com o acréscimo da fachada na cor branca, os

pontos da janela chegam ao dobro da média pela situação atual e na entrada aumentam 210%.

CONCLUSÕES

A partir da análise dos dados comprova-se a adequada implantação do edifício, definida pelo projeto, bem como o correto e preciso dimensionamento dos seus elementos de proteção solar; ambos, fatores que reduzem o aquecimento da edificação e, por consequência, minimizam o consumo de energia demandada por seu sistema de climatização artificial.

No que diz respeito ao aproveitamento da iluminação natural, é oportuno o questionamento sobre algumas escolhas, realizadas no projeto, com vistas ao alcance de resultados, potencialmente, de maior eficiência. Nesse sentido, o trabalho fixou sua atenção na paleta de cores mais escuras, empregada em diversos elementos do edifício: forros, pisos, divisórias, caixilharia, persianas e brises. Para alguns deles, foram elaboradas simulações, a partir de (hipotéticas) alterações nos padrões cromáticos originais, com a mudança para cores mais claras (de maior refletância). Os resultados auferidos ratificam amplamente a melhoria – em relação ao aspecto analisado – que seria alcançada com a consideração de tal variável nas tomadas de decisão do projeto, além de validarem a hipótese de uso da iluminação natural (ou mista) para a situação em tela.

Entendemos, a discussão acima, como de grande relevância na formação de profissionais relacionados ao campo da arquitetura. Além da imensurável qualificação do espaço de trabalho, realizado pela iluminação natural, destacamos, aqui, o seu potencial no aumento da eficiência energética de uma edificação; ainda mais em contextos como o da cidade de Fortaleza, caracterizado por sua abundante oferta. O reforço dessa conscientização é a contribuição almejada pelo presente artigo.

REFERÊNCIAS

[1] ASHRAE; (2013). **ANSI/ASHRAE Standard 55-2013: Thermal environmental conditions for human occupancy.** American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, EUA.

[2] HUMPHREYS, M. A. (1979), **The variation of comfortable temperatures.** Int. J. Energy Res., 3: 13-18. doi:10.1002/er.4440030103

[3] GIVONI, B.; (1992). **Comfort, climate analysis and building design guidelines.** in: Energy in Buildings, vol. 18, july/92, pp. 11-23.

[4] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro, 2005.

[5] WOLF, José. **Um mestre ainda aprendiz.** AU (Arquitetura & Urbanismo), São Paulo, n.84, p.35-41, jun. 1999.

[6] DIÓGENES, Beatriz Helena Nogueira; PAIVA, Ricardo Alexandre. **Caminhos da arquitetura moderna em Fortaleza: a contribuição do arquiteto Acácio Gil Borsoi.** In: Anais do 2º Seminário Docomomo Norte-Nordeste. Salvador: 2008.

[7] SAMPAIO NETO, Paulo Costa. **Ressonâncias e inflexões do modernismo arquitetônico no Ceará: a contribuição de Gerhard Bormann.** Tese de Doutorado. São Paulo: FAU/USP, 2012.

[8] LEITE, Renan Cid Varela; RAVIOLO, Bruno De Paiva Y; HOMEM FILHO, Ademir De Oliveira; BRAGA, Bruno Melo. **O modernismo sob o sol tropical: Análise das proteções solares em três edificações referenciais do modernismo no Ceará.** In: 7° Seminário DOCOMOMO Norte/Nordeste. tradição nativa, universalidade, conservação, 2018, Manaus. Anais 7° Seminário DOCOMOMO Norte/Nordeste. tradição nativa, universalidade, conservação, 2018.

[9] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior.** Rio de Janeiro: 2013.

[10] AUTODESK, Inc. **Autodesk Ecotect Analysis.** Version 2011. Autodesk Brasil, 2010.

[11] TRIMBLE INC. **SketchUp.** Versão 2021. 2020.

[12] MELENDO, José Manuel Almodóvar. **Da janela horizontal ao brise-soleil de Le Corbusier:. Análise ambiental da solução proposta para o Ministério da Educação do Rio de Janeiro.** Arquitextos, São Paulo, ano 05, n. 051.02, Vitruvius, set. 2004. <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.051/554/pt>.