



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ESTUDO DAS MEDIDAS DINÂMICAS DE DESEMPENHO DA LUZ NATURAL FRENTE ÀS PREFERÊNCIAS DOS USUÁRIOS¹

BECK, Luciana M. (1); ZOCCOLI, Ani (2); FRANÇA, Ana B. (3); PEREIRA, Fernando O. R. (4); FONSECA, Raphaela W. da (5)

(1) UFSC, e-mail: luciana@labcon.ufsc.br; (2) UFSC, e-mail: ani@labcon.ufsc.br; (3) e-mail: ana.borgesfranca07@gmail.com (4) UFSC, e-mail: feco@labcon.ufsc.br; (5) UFSC, e-mail: raphawf@labcon.ufsc.br

RESUMO

A luz natural é um processo dinâmico que proporciona a qualificação do espaço para o desempenho das atividades e exerce influência no bem-estar dos usuários. Por entender sua importância, este trabalho, aplicado em sala de informática, tem como objetivo analisar diferentes medidas de desempenho de iluminação natural frente às preferências dos usuários. Para a análise foram aplicados questionários de satisfação quanto à percepção visual e solicitado desenho da área considerada iluminada naturalmente. Desenvolveu-se uma forma de avaliação baseada na divisão do ambiente em quadrantes, que correlaciona as respostas encontradas sobre a percepção do usuário com os resultados do comportamento luminoso do ambiente, através das medições de iluminâncias. Para a verificação da adequabilidade das medidas dinâmicas de desempenho de iluminação natural, foram realizadas simulações computacionais da configuração original do espaço e de proposta de uso de prateleiras de luz nas aberturas. Assim, constatou-se que a proposta apresentou melhor resultado nas diferentes medidas dinâmicas, que devem ser consideradas em conjunto para a obtenção de um projeto arquitetônico consistente. Em complemento, a análise da percepção e do comportamento do usuário é fundamental para orientar diretrizes que satisfaçam às questões de conforto visual.

Palavras-chave: Iluminação natural. Medidas dinâmicas. Percepção do usuário.

ABSTRACT

Daylight is a dynamic process that provides the qualification of space for the performance of activities and influences the users' well-being. By understanding its importance, this work applied in computer room, analyzes different performance measures of daylight to the preferences of users. For the analysis were applied satisfaction questionnaires for visual perception and requested design of the illuminated area considered naturally. It developed a form of assessment based on division the area into quadrants, which correlates to the answers found on the perception of the user with the results of the illuminance measurements. To check the suitability of dynamic measurements of daylighting

¹ BECK, Luciana M.; ZOCCOLI, Ani; FRANÇA, Ana B.; PEREIRA, Fernando O. R.; FONSECA, Raphaela W da. Estudo das medidas dinâmicas de desempenho da luz natural frente às preferências dos usuários. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

performance, computer simulations of the original configuration of the space and the proposed use of light shelves in openings were made. Thus, it was found that the proposed showed better results in the various dynamic measurements, which must be considered together to obtain a consistent architectural design. In addition, the analysis of perception and user behavior is critical to guide policies that meet the visual comfort issues.

Keywords: *Daylight. Dynamic metrics. User's perception.*

1 INTRODUÇÃO

A luz natural tem um forte impacto na produtividade e na saúde humana, pois está associada às emoções subjetivas dos usuários. A percepção da luz natural nos espaços arquitetônicos é um importante aspecto do desempenho visual, influenciando nas maneiras de vivenciar o espaço.

Assim, acredita-se que as soluções de projeto não podem ser baseadas unicamente em critérios mensuráveis. A análise do processo dinâmico do comportamento da luz natural no ambiente construído quantifica as medidas de desempenho da iluminação natural. Contudo, essa quantificação deve ser complementada por estudos das necessidades e comportamentos dos usuários, através de pesquisa qualitativa.

Para a realização de atividades, uma boa iluminação requer atendimento tanto em qualidade (adequação), quanto em quantidade (nível de iluminação). Quantidade e qualidade são aspectos complementares no projeto de iluminação e devem ser entendidos como um acordo entre eficiência visual, conforto visual e satisfação estética (HOPKINSON; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1975).

Este trabalho, desenvolvido em uma sala de informática do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis, tem o objetivo de analisar, através de simulação computacional, o desempenho da iluminação natural, através da relação entre a percepção do usuário, medidas de iluminância e medidas dinâmicas de desempenho. Uma das razões da escolha do local, além dos poucos estudos baseados em medidas dinâmicas realizadas em cidades do hemisfério sul, foi a existência de diferentes sistemas de iluminação (lateral e zenital) e elementos arquitetônicos, como brises mistos e horizontais.

2 FUNDAMENTAÇÃO

Cada vez mais, as medidas dinâmicas estão contribuindo com as medidas estáticas para a melhor compreensão da utilização da luz natural, uma vez que estas apresentam certas limitações de parâmetros para avaliação do desempenho da iluminação natural.

As medidas dinâmicas, ao considerar a variação de iluminâncias ao longo do dia e do ano, permitem avaliar os efeitos da orientação de fachada, da latitude, e são sensíveis ao uso do espaço, conforme necessidade de iluminação e tempo de ocupação.

As principais medidas dinâmicas são: *Daylight Autonomy (DA)*, *Continuous Daylight Autonomy (cDA)*, *Useful Daylight Illuminances (UDI)*, *Spacial Daylight Autonomy (sDA)* e o *Annual Sunlight Exposure (ASE)*. A avaliação da combinação destas medidas também se faz necessária, visto que, “uma única medida de desempenho não pode indicar adequadamente todos os fatores envolvidos no sucesso de um sistema de iluminação natural” (IES, 2012).

O *Daylight Autonomy* é definido como uma porcentagem das horas ocupadas por ano em que a iluminância no plano de trabalho atinge um valor previamente estipulado, apenas pela iluminação natural (REINHART ET AL., 2006).

O *Useful Daylight Illuminances*, introduzida por Nabil e Mardaljevic (2006), considera a porcentagem de horas em um ano em que a iluminância no plano de trabalho atinge um valor dentro de uma variação determinada como confortável (100 a 3.000 lux).

O *Continuous Daylight Autonomy* é dado como um crédito parcial às partes de tempo em que a luz encontra-se abaixo do nível mínimo de iluminância. (REINHART ET AL., 2006).

O *Spacial Daylight Autonomy* é a medida utilizada para analisar a suficiência da iluminação natural e é definida como a porcentagem da área que possui um nível mínimo de iluminação natural por uma fração específica das horas de operação do ano.

Através do *Annual Sunlight Exposure* obtém-se a porcentagem da área analisada que excede um nível específico de luz solar direta para um determinado número de horas por ano. (IES, 2012).

A verificação dos resultados das medidas aplicadas deve ser compatível com as leis e normas específicas, tais como a NBR ISO/CIE 8995, que discorre sobre os valores de iluminância e ofuscamento a serem alcançados em ambientes de trabalho, e a americana *Illuminating Engineering Society – IES LM83*, que traz recomendações quanto ao desempenho mínimo da iluminação natural. Por falta de norma específica de iluminação natural, a NBR ISO/CIE 8995, voltada para a iluminação artificial, foi adotada como referência para este trabalho.

Percebe-se que a diferença entre o nível mínimo de iluminância para as atividades realizadas em sala de informática, previsto na NBR ISO/CIE 8995 (500 lux), é quase o dobro do mínimo indicado pela IES LM83 (300 lux). Tal diferença pode ser explicada, segundo Boyce (1995), pelas grandes variações, historicamente verificadas, entre indicadores dos níveis mínimos de iluminâncias, de acordo com as situações políticas e econômicas.

Uma avaliação da interrelação entre a pessoa e o ambiente luminoso pode ser realizada através da identificação das áreas naturalmente iluminadas. Conforme Van Den Wymelenberg (2014), essas áreas podem ser descritas como a compilação de diversos atributos: uso da luz natural como fonte

primária, durante as horas do dia, para suprir as demandas visuais dos usuários; experiência de conforto térmico e visual do ambiente; integração do ambiente interno com externo; e aumento da economia de energia enquanto minimiza a demanda em momentos de pico de consumo.

A complementaridade entre as abordagens permite avançar em direção a estratégias de projetos que efetivamente satisfaçam aos usuários.

3 MÉTODO

Como base para o diagnóstico e levantamento do espaço, bem como para a elaboração dos questionários, utilizou-se como referência o trabalho de HESCHONG (2011), que trata do relatório final dos resultados e atividades realizadas para o desenvolvimento de medidas dinâmicas de avaliação do desempenho anual da iluminação natural em edifícios, elaborado pelo *Daylighting Metrics Comittee*, formado pela Sociedade de Engenharia da Iluminação Norte Americana (IES), que envolve pesquisadores de diversas partes do mundo.

O questionário teve a intenção de buscar informações sobre as percepções visuais dos alunos, em relação à iluminação natural, por meio de perguntas a respeito do conforto lumínico do ambiente. As opções de respostas estavam disponíveis em cinco níveis de classificação: discordo muito, discordo, neutro, concordo e concordo muito.

Ao final do questionário foi apresentada a planta baixa do espaço para que o aluno desenhasse, de maneira espontânea, a área que considerasse bem iluminada naturalmente.

Os desenhos realizados pelos alunos foram digitalizados e transferidos para o programa *AutoCad*, permitindo a sobreposição das áreas naturalmente iluminadas às medidas de iluminância realizadas com o equipamento luxímetro.

As medições de iluminância foram realizadas de acordo com a NBR 15215-4, simultaneamente à aplicação do questionário, com as lâmpadas desligadas. Neste experimento, determinou-se uma malha de medição de 20 pontos, conforme resultado de cálculo do índice do local (K), para a verificação dos níveis de iluminância.

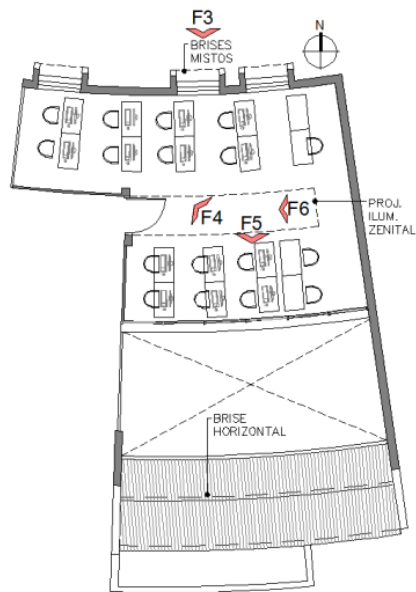
Para o tratamento dos dados, o ambiente foi inicialmente dividido em quadrantes, onde os pontos criados para a malha de medição estavam situados no centro de cada quadrante. Depois, foi computado o número de vezes que cada quadrante apresentou hachuras desenhadas pelos alunos.

Para a análise do desempenho da luz natural, foi utilizado o programa *LightStanza* (Light Foundry, 2016), que permite simular a iluminação natural em ambiente construído, baseando-se nas cinco medidas dinâmicas. Os valores medidos de iluminâncias e as respostas subjetivas dos alunos foram comparados com os resultados da simulação.

3.1 Descrição do ambiente

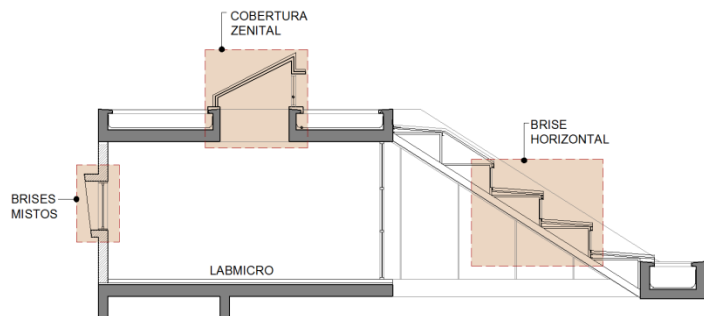
A sala de informática com 40,60m² e capacidade para 16 alunos está localizada no terceiro pavimento do edifício, com o entorno formado por áreas livres. A entrada da luz natural acontece através de aberturas orientadas para norte, sul e cobertura zenital.

Figura 1 - Planta baixa



Fonte: Os autores

Figura 2 - Corte



Fonte: Os

Na fachada sul, a cobertura escalonada é formada por telha metálica, na cor alaranjada e envidraçamento incolor. No eixo longitudinal da sala, também na orientação sul, está a cobertura zenital.

As aberturas voltadas ao norte apresentam brises mistos e não há dispositivos de controle solar interno, como cortinas e persianas. Contudo os vidros dessas janelas possuem película que reduz a quantidade de luz que incide no ambiente.

Figura 3 - Fachada Norte



Fonte: Os autores

Figura 4 - Vista das aberturas voltadas ao norte com os brises mistos



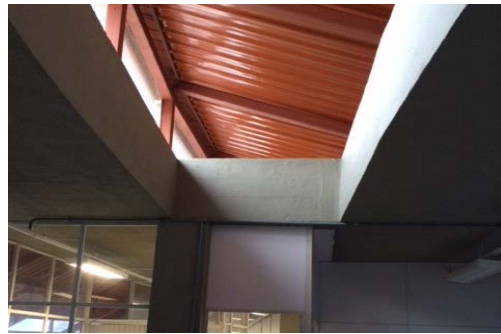
Fonte: Os autores

Figura 5 - Cobertura escalonada na fachada sul



Fonte: Os autores

Figura 6 - Cobertura zenital



Fonte: Os autores

As atividades são realizadas basicamente nas telas dos computadores e a boa qualidade de iluminação melhora a eficiência do processo de ensino e aprendizagem, assim como evita prejuízos à saúde visual dos usuários. Deve-se minimizar a possibilidade de reflexão nas telas dos computadores e, assim, evitar ofuscamento.

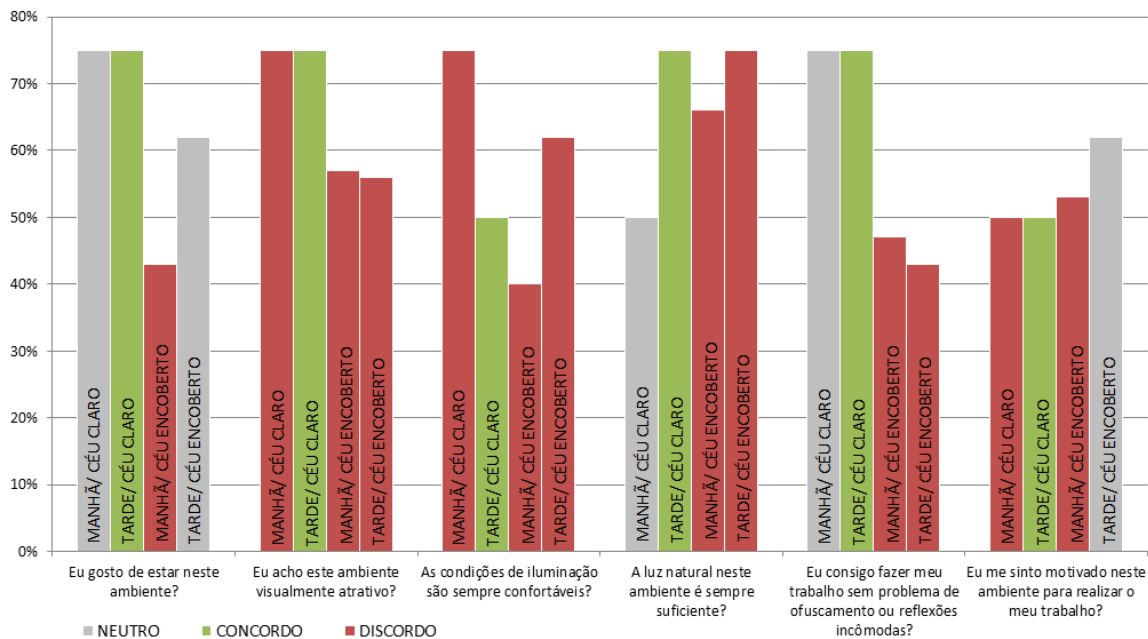
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Aplicação de questionários

Os questionários de satisfação dos usuários foram aplicados a 39 alunos, na faixa etária em torno dos 20 anos, que utilizam a sala durante os quatro meses do semestre letivo, por períodos de até 4 horas. As visitas foram realizadas enquanto havia atividades na sala e, em todas às vezes, constatou-se a utilização da iluminação artificial.

Através do Gráfico 1, pode ser observado o percentual de ocorrência das respostas às perguntas consideradas mais expressivas nos questionários. O experimento realizado na tarde de céu claro apresentou todas as respostas positivas, quanto à aceitação do ambiente por parte dos usuários. Nos demais períodos, 50% ou mais dos alunos demonstrou desconforto às condições de iluminação e, paralelamente, pouca motivação para realizar suas atividades.

Gráfico 1 - Percentual de ocorrência das respostas



Fonte: Os autores

A seguir são descritos, detalhadamente, os resultados de cada dia de experimento:

- 17 de novembro de 2015 - período da manhã com céu encoberto:** no momento da visita o ambiente estava com as lâmpadas acesas e, assim, 66% das respostas obtidas confirmam que o ambiente não possui iluminação natural suficiente. 57% não consideraram o ambiente visualmente atrativo e 43% dos alunos afirmam não gostar de estar neste ambiente, apresentando as seguintes justificativas: "apertado para a quantidade de alunos", "muito isolado", "não gosto da acústica" e "não acho bem ventilado". Dentre as mudanças que fariam para melhorar as condições de conforto visual, 55% dos alunos colocariam cortinas e persianas. Outras respostas apresentadas foram a "redistribuição das aberturas" e "redistribuição das lâmpadas". Na pergunta sobre a qualidade da vista do exterior, 47% mostraram-se satisfeitos. Contudo, essa foi a única questão que apresentou respostas em todos os cinco níveis de classificação, o que caracteriza percepções individuais distintas. Para 40%, o dimensionamento das esquadrais é suficiente, entretanto, 13% discordam muito e solicitam "tirar a película existente do vidro" e "aumentar as janelas", soluções que permitiriam maior entrada de luz natural no ambiente.
- 04 de dezembro - período da tarde com céu encoberto:** 56% dos alunos não gostam de estar no ambiente e justificam através das declarações: "é apertada", "deveria ser maior", "pouco ventilada", "os computadores estão na frente do quadro". Quando justificam que gostam, descrevem que é um "ambiente agradável" e "porque tem internet", revelando que a insatisfação não está relacionada às questões de conforto visual. Em

relação ao ambiente ser visualmente atrativo, 56% não estão satisfeitos, pois consideram o “ambiente frio”, “não dá para ver o quadro direito”, e “é escuro e quando entra sol, atrapalha a visão do quadro”. Um aluno ainda comenta: “o lado direito da sala (lado sul) não tem vidro escuro e a luz, às vezes, reflete no quadro e a visibilidade diminui, na verdade, acho que é a luz artificial que reflete”. Outro aluno sugere “instalar lâmpada em cima da lousa de modo a evitar outras reflexões às lâmpadas da sala de aula”. Desta maneira, 75% acham que a luz natural é insuficiente e 62% discordam que as condições de iluminação são sempre confortáveis. Quanto às mudanças que os alunos fariam no ambiente para melhorar as condições de conforto visual, foi citado: “mais iluminação natural”, “diminuir lâmpadas”, “retirar a película e instalar persianas do tipo rolo ou outra que desobstrua completamente a janela” e, ainda, “aumentar as janelas”.

- **08 de dezembro de 2015 - período da manhã com céu claro:** assim, como no período da tarde com céu encoberto, 75% discordam que as condições de iluminação são sempre confortáveis e 50% discordam que se sentem motivados para realizar seu trabalho, apesar de conseguirem fazê-lo sem problema de ofuscamento ou de reflexões incômodas. Como sugestão de melhoria das condições de conforto visual, 50% dos alunos colocariam cortinas e persianas. Ressalta-se que um aluno que permanece 8h diárias no ambiente apresentou respostas como, discordo ou discordo muito, com mais frequência do que os demais alunos e, assim, notou-se sua menor tolerância em relação ao desconforto visual.
- **18 de novembro de 2015 - período da tarde com céu claro:** 75% das respostas indicaram satisfação de estar no ambiente. Um aluno justificou que gosta de estar no ambiente, pois “não há incidência direta do sol”, e outro, concorda que o ambiente é visualmente atrativo por “ter bastante janelas”. A quantidade de janelas e a vista do exterior demonstraram ser satisfatórias ao revelar que 75% dos alunos concordam com seu dimensionamento e estão contentes com a qualidade daquilo que avistam.

Apesar das medições não indicarem valores suficientes para caracterizar ofuscamento ($UDI > 3.000\text{lux}$), nos períodos de céu encoberto os alunos mostram-se insatisfeitos quanto a esta questão, o que não ocorreu nos dias de céu claro. Com este resultado, supõe-se que o ofuscamento relatado seja causado pelo contraste entre o ambiente e a vista do exterior, que se encontra no campo visual dos alunos.

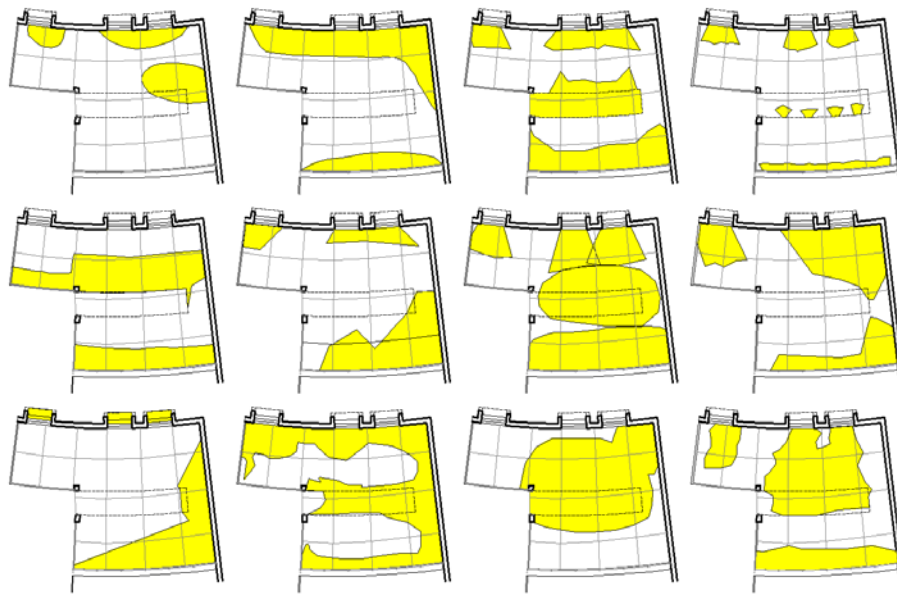
Em nenhuma pergunta sobre percepção ocorreu de todos os entrevistados assinalarem uma mesma opção de resposta, ou seja, nenhuma pergunta gerou índice de 100%. A análise desses resultados confirma a complexidade em atender às necessidades dos usuários em relação ao ambiente luminoso, já que as pessoas apresentam expectativas individuais diferentes.

4.2 Medições de Iluminâncias e desenho de áreas naturalmente iluminadas

Os valores medidos através do luxímetro e os desenhos das áreas consideradas iluminadas naturalmente pelos alunos foram essenciais para permitir a correlação com as respostas obtidas através dos questionários e, assim, averiguar os resultados no momento da aplicação.

As áreas identificadas com maior frequência pelos alunos são as mais próximas das aberturas (figura 7).

Figura 7 - Exemplos de áreas consideradas naturalmente iluminadas pelos alunos.



Fonte: Os autores

A partir da divisão dos quadrantes (Figura 8), foi possível computar as áreas consideradas naturalmente iluminadas pelos alunos e compará-las com as medições das iluminâncias. Quando o percentual das respostas foi computado igual ou maior que 50%, o quadrante foi considerado como área iluminada naturalmente. Quando a percentagem era significativamente baixa (menor que 15%) foi considerado como área não iluminada naturalmente e, por fim, as áreas restantes, foram consideradas como parcialmente iluminadas.

Figura 8 - Desenho comparativo entre medições de iluminâncias e áreas consideradas naturalmente iluminadas



Fonte: Os autores

No dia 8 de dezembro, dos 20 quadrantes que compõem a divisão do ambiente, 9 não apresentaram nenhuma marcação como área naturalmente iluminada e 4 deles foram marcados por apenas 25% dos usuários. Essas informações confirmam os valores medidos com o luxímetro, que não alcançam níveis mínimos para a atividade realizada, recomendado pela NBR/CIE 8995.

Observa-se ainda, que os quadrantes 06, 10 e 14 foram percebidos como área iluminada naturalmente, no período da tarde e, parcialmente, no período da manhã com céu encoberto, porém, não nos períodos de céu claro. Esse evento pode ser interpretado considerando o fato de que, com o céu encoberto, a luz difusa torna a distribuição da iluminação natural do

ambiente mais homogênea em relação ao tempo ensolarado, o que minimiza a sensação de área sombreada.

Em todos os dias de experimento, independente do período do dia ou situação de céu, foi constatado que os quadrantes 17 e 19 sempre apareceram como área não iluminada o que é condizente com os baixos valores de iluminância medidos.

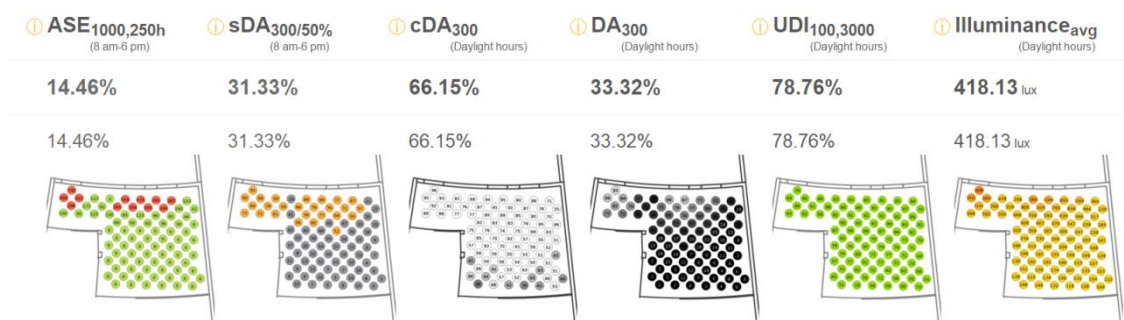
Em relação às medições, os maiores níveis de iluminância foram apurados próximos às janelas com brises mistos. No dia 17 de novembro, no quadrante 08 foi registrado o maior nível de iluminância, com valor de 246 lux e esta área também foi considerada por 87% dos alunos como naturalmente iluminada. Da mesma forma, nos demais dias de medição, o quadrante com maior nível de iluminância sempre apresentou, também, maior percentual de respostas como área bem iluminada.

Conforme observado na dinâmica de uso do espaço, as primeiras estações de trabalho ocupadas pelos alunos são exatamente as que estão localizadas nos quadrantes com os maiores níveis de iluminância. Desta forma, acredita-se que os usuários buscam conforto para realização de suas tarefas e, talvez, também a possibilidade de usufruir da vista do exterior.

4.3 Simulação Computacional

Através da simulação da configuração original do ambiente, verifica-se que há pontos de ofuscamento em 14,46% (representado no desenho na cor vermelha) das horas de trabalho próximos às aberturas onde estão localizados os brises mistos.

Figura 9: Simulação da configuração original do ambiente



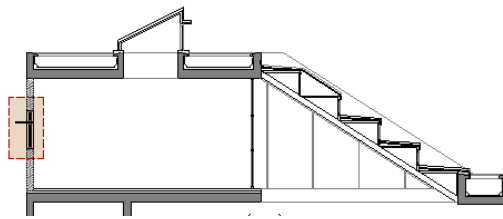
Fonte: Adaptado do programa LightStanza

Os baixos valores de sDA (representado na cor cinza) e DA (representado na cor preta), em torno de 30%, significam a necessidade do uso de iluminação artificial em algumas horas do dia. Contudo, se considerado crédito parcial às partes de tempo em que a luz encontra-se abaixo do nível mínimo de iluminância (300 lux)(representado na cor cinza), essa métrica apresenta melhora significativa, alcançando o dobro de autonomia da luz natural, com 66,15%.

Assim, através da medida (cDA), os parâmetros de sDA e DA são gradualmente computados, e é possível aproximar-se de condições visuais confortáveis para o usuário.

Após a análise dos dados, gerados através da configuração original, foi proposta a substituição dos brises mistos por prateleiras de luz, com o intuito de verificar se há significativa melhoria na contribuição da luz natural pelas aberturas existentes no ambiente.

Figura 10: Proposta

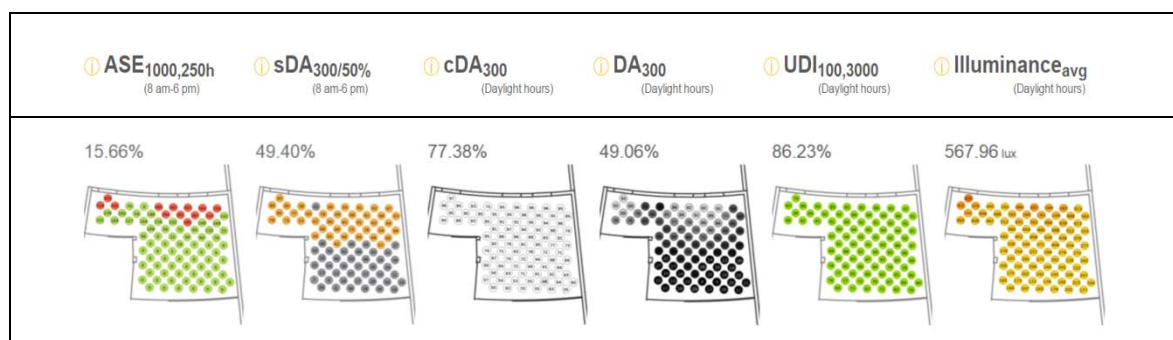


Fonte: Os autores

A proposta alcançou o nível mínimo de 500 lux em relação à medida de iluminância, recomendado pela NBR ISO/CIE 8995.

A medida de UDI apresenta satisfatória, dentro do intervalo de 100 a 3000 lux, em mais de 80% das horas do dia. Esta medida pode ser correlacionada às porcentagens computadas para o ASE, quanto à baixa ocorrência de ofuscamento (representado na cor vermelha).

Figura 11: Resultados da proposta



Fonte: Adaptado do programa LightStanza

O ofuscamento manteve-se praticamente inalterado em relação à configuração original, porém, o sDA e DA, com diferença de 18,07% e 15,74%, respectivamente, tornam o ambiente mais homogêneo quanto à iluminação natural, durante o tempo de ocupação. Isso ocorre devido às prateleiras refletirem a luz para os espaços mais profundos do ambiente e, assim, consequentemente, reduzirem o uso da iluminação artificial.

Por fim, analisadas todas as medidas simultaneamente, a proposta apresentou resultados mais próximos de um projeto arquitetônico que vise à boa iluminação natural. A mesma estratégia de uso de prateleiras de luz, no estudo de Reinhart et al (2006) sobre alternativas de fachadas no desempenho da dinâmica da luz natural, também representou a melhor solução quando comparado ao uso de persiana interna, persiana perfurada ou vidro translúcido.

5 CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitiram a correlação entre as medidas dinâmicas e a percepção do usuário, através da aplicação de questionário de satisfação, de medições com o luxímetro e simulações, em busca da adequabilidade do desempenho da iluminação natural no interior do ambiente.

A realização das medidas estáticas, realizadas com o luxímetro, mostrou que, no momento da medição, os maiores níveis de iluminância coincidem com as estações de trabalho que primeiramente são ocupadas. Acredita-se que este comportamento esteja relacionado à busca do usuário por uma melhor resposta do ambiente quanto à luz natural.

Apesar destes níveis de iluminância ainda estarem abaixo do mínimo recomendado pelas normas, a grande maioria dos alunos demarcou áreas do ambiente em estudo como bem iluminadas naturalmente.

É reconhecida, neste trabalho, a necessidade de amadurecimento quanto ao período de aplicação dos questionários, buscando abranger outras épocas do ano, e um número maior de informantes. Contudo, visto a importância de considerar as expectativas dos usuários na concepção do projeto, foram captadas as questões subjetivas dos alunos e transformadas em dados numéricos, possíveis de quantificar.

Observou-se que, muitas vezes, as respostas relacionadas à percepção visual não estão ligadas diretamente ao conforto visual e, sim, a outros fatores que influenciam a satisfação e bem-estar no ambiente.

Por fim, o conhecimento da percepção e comportamento dos usuários, bem como o domínio da dinâmica da iluminação natural, é importante para avaliar estratégias de projeto, que venham a satisfazer as questões de conforto visual.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Capes pela bolsa de pós-graduação – (CAPES-DS)

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 15215-4: 2005. **Iluminação Natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT – NBR ISSO/CIE 8995-1 (2013). **Iluminação de ambiente de trabalho.** Parte 1: Interior. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. N.46, 2013.
- BOYCE, Peter R. **Illuminance Selection Based on Visual Performance:** and other Fairy Stories. New York, 1995.
- HESCHONG, Lisa. Heschong Mahone Group. 2011. **Daylight Metrics.** California Energy Commission.
- HOPKINSON, R.G.; LONGMORE, J.; PETHERBRIDGE, P. **Daylighting:** London, 1975.
- IESNA, IES LM-83-12. **IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE).** New York, NY, USA, IESNA Lighting Measurement, 2012.
- KUHNEN, A. e cols. **Percepção Ambiental,** in: CAVALCANTI, S., ELALI, G., A., (Eds), “Temas básicos em Psicologia Ambiental”, Petrópolis, RJ : Vozes, 2011.
- Light Foundry, LLC. Software Lightstanz. Colorado, 2016.
- NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. Useful daylight illuminance: a replacement for daylight factors. *Energy and Buildings*, v.38, n.7, p.905-913, 2006.
- REINHART, Christoph F.; MARDALJEVIC, John; ROGERS, Zack. **Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building Design.** LEUKOS – Journal of Illuminating Engineering Society of North America, v.3, v.1, p. 7-31, 2006.
- REINHART, Christoph; RAKHA, Tarek; WEISSMAN, Dan. Predicting the Daylit Area: A Comparison of Students Assessments and Simulations at Eleven Schools of Architecture. **Leukos: The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America**, Londres, v. 4, n. 10, p.193-206, 02 jul. 2014.
- U.S. Green Building Council. USGBC, **Green Building Design and Construction.** Washington: USGBC: 2013.
- VAN DEN WYMELENBERG. **Visual Comfort, Discomfort Glare, and Occupant Fenestration Control:** Developing a Research Agenda. LEUKOS: The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America. V. 10 p.207-221, 2014.