



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

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

ADEQUABILIDADE DA ILUMINAÇÃO NATURAL: AVALIAÇÃO LUMÍNICA DE SALA DE AULA CONSIDERANDO A SATISFAÇÃO DO USUÁRIO¹

GOEDERT, Gabriela (1); PEREIRA, Fernando Ruttay (2); FONSECA, Raphaela Walger da (3)

(1) UFSC, e-mail: gabrielasgoedert@labcon.ufsc.br; (2) UFSC, e-mail: feco@arq.ufsc.br;

(3) UFSC, e-mail: raphawf@gmail.com

RESUMO

Com a finalidade de comparar os valores das medidas estipulados pela IES com padrões de satisfação dos usuários, este artigo propôs uma análise comparativa através da verificação de um ambiente real. Foi escolhida uma sala de aula para a realização de medições de iluminâncias, coleta de dados subjetivos através da aplicação de questionários e simulações. O foco da análise foi dado nas condições de iluminação do ambiente, considerando planos de tarefa e as atividades desenvolvidas, bem como reflexões a partir dos resultados de preferência expostos pelos usuários. Os resultados finais foram obtidos através da análise comparativa dos dados levantados e simulados. Na medição, a sala obteve a maioria dos pontos entre 300lux e 1000lux, confirmando os valores de sDA igual a 100% da simulação. Concluiu-se, que mesmo com níveis elevados de iluminância (cerca de 4000lux medidos) a tolerância dos usuários também é alta, sendo que 76% dos entrevistados responderam que gostam de estar neste ambiente e apenas 7% se dizem não motivados em realizar suas tarefas. A pesquisa abre caminhos para futuros estudos de ofuscamento relacionados ao ambiente analisado.

Palavras-chave: Iluminação. Medição. Simulação.

ABSTRACT

In order to compare the metrics and luminal comfort values stipulated by IES, with user satisfaction standards, this article proposes a comparative analysis by checking a real environment. Was chosen a classroom for holding illuminance measurements, subjective data collect through the questionnaires and simulations. The focus of the analysis was given on the environment lighting conditions considering task plans and developed activities, as well as reflections from the preference results exposed by users. The results are obtained by comparative analysis of the collected and simulated data. In measuring, the room got the most points between 300lux and 1000lux, confirming the sDA values equal to 100 % of the simulation. It was concluded that even with high levels of illuminance (about 4000lux measured) tolerance of users is also high, with 76% of respondents who "like to be in this environment" and only 7% saying they are not motivated to do their jobs. The research paves the way for future glare studies related to this environment.

Keywords: Lighting. Measurement. Simulation.

¹ GOEDERT, Gabriela; CONTATTO, Marcelo; PEREIRA, Fernando; FONSECA, Raphaela. Adequabilidade da iluminação natural: Avaliação lumínica de sala de aula considerando a satisfação do usuário. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a iluminação em um ambiente influencia o desempenho das atividades desenvolvidas pelos usuários, podendo sua falta ocasionar desconforto, queda na produtividade e até mesmo danos à saúde. Segundo LAMBERTS et al. (1997) deve-se ter uma preocupação com a boa iluminação na direção e na quantidade apropriada, permitindo o uso dos ambientes para realização das atividades visuais. A luz natural possibilita ainda, a regulação do ciclo circadiano e a percepção do ciclo diurno.

Além da preocupação com uma quantidade mínima desejada de iluminância normatizadas, estudos de iluminação estão cada vez mais preocupados com a satisfação do usuário, buscando integrá-los às pesquisas. Para Kevin Van Den Wymelenberg (2010), previsões precisas das preferências dos ocupantes sob condições de luz irão progredir a indústria de duas maneiras significativas. Primeiro, irão ajudar os designers a fazer escolhas entre as possíveis soluções e, portanto, melhorará a qualidade da iluminação natural em edifícios. E em segundo lugar, essas previsões têm o potencial para impulsionar significativamente os controles de iluminação e de sombreamento, podendo aperfeiçoar economias de energia enquanto acomoda e se adequa às preferências do usuário.

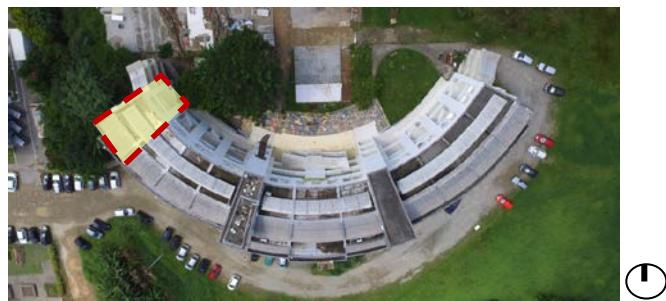
Com o intuito de estipular quais seriam as medidas mais adequadas para a avaliação do conforto lumínico em edificações, e quantificar os seus limites superiores e inferiores, a IES (*Illuminating Engineering Society of North America*) propôs um estudo (HESCHONG, 2011) onde foram entrevistados usuários, feitas simulações e correlações de satisfação. Este estudo resultou na proposição do método de avaliação atualmente recomendado pela instituição: IES LM8312 – Approved Method – Spacial daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE). Neste documento, as medidas de "autonomia de luz natural espacial" e "exposição solar anual" foram apresentadas como as medidas mais representativas da preferência dos ocupantes. Foi estipulado que para autonomia de luz natural espacial (sDA_{300,50%}), seriam considerados um mínimo de 300lx em superfícies horizontais, em 50% da área do ambiente, 50% do tempo (das 8am até 6pm). Já para exposição solar anual (ASE_{1000,250h}), consideraram-se os pontos que estiveram expostos acima de 1000 lux, para mais de 250 horas do ano. Diante do exposto, este trabalho visou avaliar as condições de conforto visual de uma sala de aula com base nas medidas estabelecidas pela IES e contrastá-las com a percepção do usuário. O estudo do conforto visual em ambientes de estudo é importante, pois estes espaços abrigam atividades humanas durante longos períodos, influenciando na qualidade de vida, na produtividade e na apreensão do conteúdo ensinado.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização do Ambiente

O ambiente escolhido para avaliação do conforto visual foi a sala de Ateliê, localizada no terceiro andar do Departamento de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis, Santa Catarina (Figura 01).

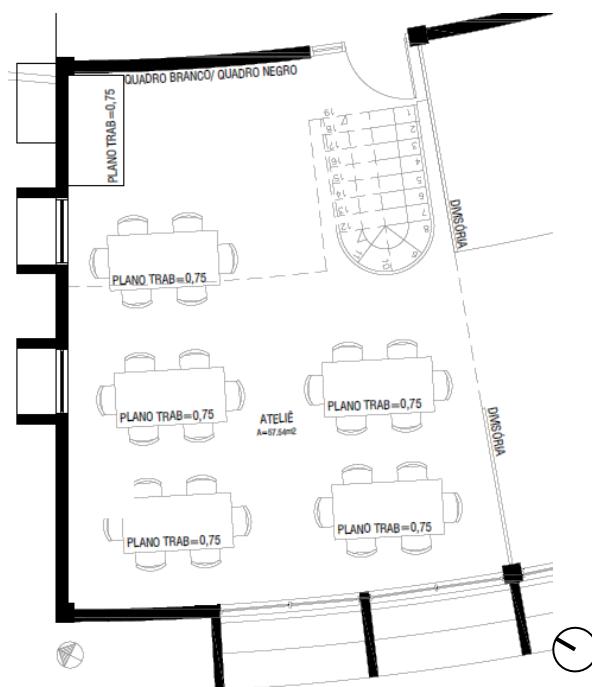
Figura 01 – Localização do ambiente em análise



Fonte: Os autores

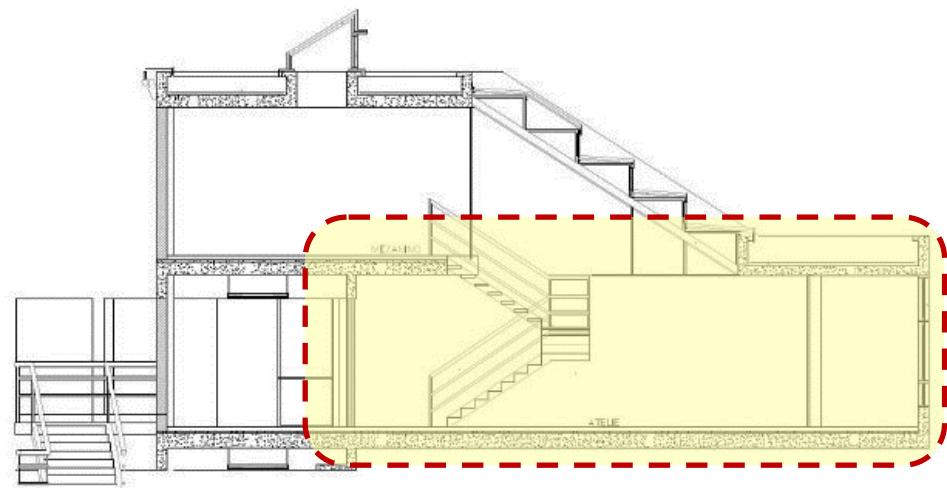
A sala caracteriza-se por conter revestimentos de cores claras tanto no piso, como no teto e parede. Possui quatro aberturas laterais e cinco aberturas zenitais. Por se tratar de uma sala de aula, o plano de trabalho horizontal foi considerado nas mesas de desenho, com altura igual a 75cm (Figura 02 e 03).

Figura 02 –Planta baixa com mobiliário



Fonte: Os autores

Figura 03 - Corte esquemático, destaque para sala em análise



Fonte: Os autores

Nas janelas laterais, voltadas para noroeste e sudoeste, tem-se brises verticais em decorrência de uma continuidade projetual, com a finalidade de sombrear o interior do ambiente (Figura 04).

Figura 04 - Elementos de sombreamento



Fonte: Os autores

2.2 Medição

As medições foram realizadas em três dias com condições de céu e horários distintos. Para uma avaliação dos níveis de iluminância, levaram-se em consideração os resultados do instrumento de medição Luxímetro, que possibilita obtenção dos valores de iluminância de cada ponto no plano de trabalho. Foram utilizados dois instrumentos, sendo assim apenas duas medições simultâneas. Para que as medições obtivessem resultados mais

precisos, foram tomadas precauções, sendo evitada a incidência direta de luz no instrumento e mantendo-se a posição do sensor paralelo à superfície a ser avaliada. Evitou-se também o sombreamento sobre a fotocélula. Apesar de também serem feitas medições no plano vertical, esta pesquisa focou nos resultados das medições no plano horizontal. As medições de iluminâncias externas foram descartadas, pois seriam utilizadas para o cálculo do fator de luz diurna e este não reflete a variabilidade do clima local.

A partir das especificações normatizadas pela NBR15215-4 (2003), foi calculada a quantidade mínima de pontos necessária para medição. Sendo assim, caracterizou-se uma malha com distribuição uniforme de 20 pontos, a fim de obter resultados suficientes de iluminâncias (Figura 05).

Figura 05 - Malha de pontos da medição



Fonte: Os autores

A medição 01 ocorreu no dia 11 de novembro de 2015, no período da manhã, mais precisamente às 08hrs e 45min. O céu se encontrava claro, com poucas nuvens conforme observado na Figura 06. Encontravam-se na sala 14 estudantes de graduação e 1 pós-graduando. A medição foi realizada com o ambiente com todas as cortinas e portas abertas, e com a iluminação artificial desligada (Figura 07).

Figura 06 - Condição do céu medição 01



Fonte: Os autores

Figura 07 – Foto do interior, medição 01



Fonte: Os autores

A medição 02 ocorreu no dia 16 de novembro de 2015, às 11hrs e 30min. O céu se encontrava encoberto (Figura 08). A medição foi realizada com portas fechadas e algumas cortinas parcialmente fechadas. A divisória estava aberta e a iluminação artificial desligada (Figura 09).

Figura 08 - Condição do céu medição 02



Fonte: Os autores

Figura 9 – Foto do interior, medição 02



Fonte: Os autores

Por fim, a terceira medição ocorreu no dia 18 de novembro de 2015, no período da tarde, às 15hrs. O céu se encontrava claro com poucas nuvens (Figura 10), sendo o ambiente medido também como encontrado: algumas cortinas parcialmente fechadas, porta fechada, divisória aberta e iluminação artificial desligada (Figura 11).

Figura 10 - Condição do céu medição 03



Fonte: Os autores

Figura 11 – Foto do interior, medição 03



Fonte: Os autores

2.3 Aplicação de questionários

A fim de aferir a satisfação do usuário quanto às condições de conforto do ambiente, foram aplicados questionários paralelos às três medições. Os dados subjetivos possibilitam a análise das opiniões individuais da qualidade do ambiente, a verificação de desconforto, e a percepção da influência da iluminação natural percebida pelo usuário. O questionário, mais do que uma análise qualitativa do ambiente, visa à detecção de possíveis problemas ou aspectos peculiares a serem estudados com maior profundidade.

O questionário foi baseado na tradução do modelo usado para o estudo criado pela PIER junto da CEC (HESCHONG, 2011). Este foi dividido em duas etapas, a primeira contendo 8 questões que caracterizam o grupo amostral, e a segunda, contendo 17 questões, relacionadas com a percepção do usuário com relação ao ambiente. A primeira etapa tratou de classificar o grupo amostral a partir de respostas objetivas quanto à caracterização pessoal, localização, operação e tempo de uso do ambiente. Um total de 29 participantes, considerando as três medições realizadas, foram selecionados para integrar o estudo, cuja composição etária caracteriza o perfil do

usuário habitual do ambiente, definido predominantemente (93%) por jovens universitários com idades entre 20 a 30 anos. Durante as medições, as condições climáticas do céu variaram, mas os dias ensolarados foram predominantes. A fim de estimar a percepção a longo prazo, os usuários foram solicitados a informar o período total de utilização do ambiente, onde 73% dos participantes indicaram já fazerem uso do espaço por período igual ou superior a um ano.

A segunda etapa do questionário, caracterizada pelas questões de 09 a 24, buscou identificar a percepção do usuário através de uma escala de resposta psicométrica do tipo Likert. Neste método, ao responderem o questionário, os participantes especificaram seu nível de concordância ou não acerca de determinada afirmação. O modelo adotado é composto por 05 níveis de respostas, conforme observado na Figura 12:

Figura 12 – Questão típica questionário

Considere sua experiência neste ambiente baseada em TODO o tempo que passou aqui.	DISCORDO MUITO	DISCORDO	NEUTRO	CONCORDO	CONCORDO MUITO
9. Eu gosto de estar neste ambiente. Por quê? _____					

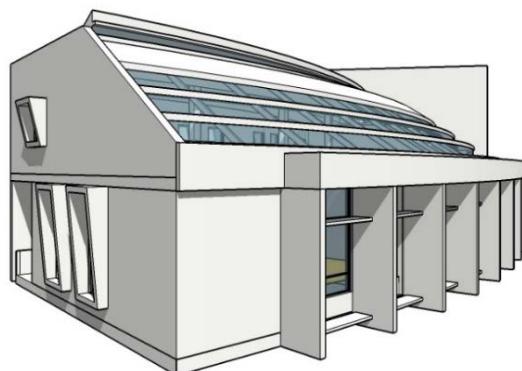
Fonte: Os autores

As questões 09 e 24, buscaram avaliar subjetivamente o grau de adequabilidade do ambiente de estudo, de acordo com a percepção dos usuários. As questões 10, 11 e 12, por sua vez, buscaram identificar as possíveis variáveis de conforto ambiental que mais estariam correlacionadas com a formação da percepção de bem-estar e/ou motivação, quando na operação do espaço em estudo. Apesar da abrangência de variáveis que possam ser consideradas pelo usuário quando na avaliação dos níveis de conforto de um determinado ambiente, a intensidade das respostas tomadas a partir do grupo amostral, podem fornecer pistas sobre quais valores poderiam ou não estar mais associados às sensações de bem-estar informadas pelos usuários. As questões 13 e 14 buscaram caracterizar a impressão dos usuários acerca da influência das vistas externas e tamanho das aberturas para o conforto visual do ambiente. As questões 21 e 22, por outro lado, questionam a existência de excessos de brilho, reflexões incomodas e ofuscamento no ambiente, possivelmente potencializados pelo tamanho das aberturas. Análises de ofuscamento e as demais questões do questionário não foram incluídas neste artigo. Depois de respondidas as questões foi solicitado aos alunos que, através de desenhos à mão livre em planta baixa, representassem as áreas mais e menos iluminadas do ambiente. O conjunto de desenhos sobrepostos gerou uma única imagem que posteriormente foi comparada com os dados obtidos da medição.

2.4 Simulação

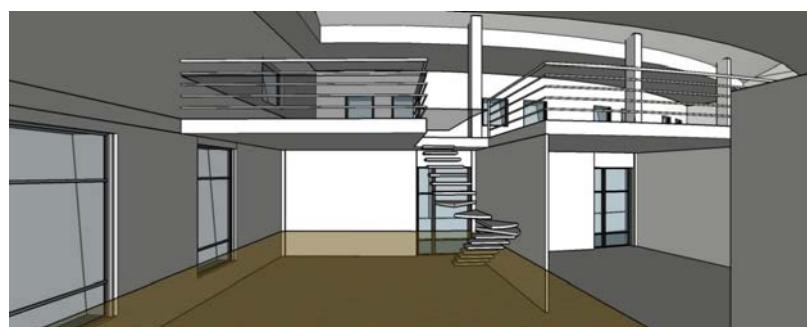
Com a finalidade de simular a sala de aula em suas condições originais, modelou-se as principais características da mesma no programa SketchUP (Figura 13 e 14). Os fechamentos e aberturas foram modelados de acordo com as necessidades de leitura e interpretação do programa de simulação de iluminação LightStanza. Os resultados foram obtidos através de um plano de análise horizontal situado à 75cm do piso (Figura 15).

Figura 13 – Modelagem da sala



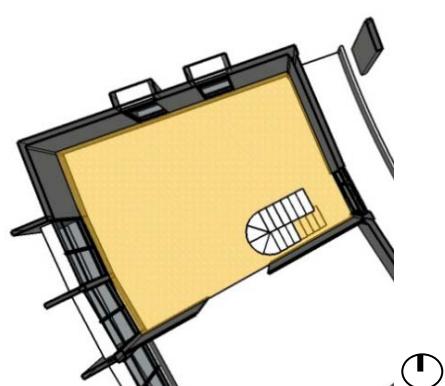
Fonte: Os autores.

Figura 14 – Modelagem da sala



Fonte: Os autores.

Figura 15 – Plano de análise da sala



Fonte: Os autores.

Através da simulação, foram obtidos valores anuais e diáários do comportamento lumínico da sala, bem como valores das medidas relacionadas à iluminação. Com isto, ampliam-se as possibilidades de avaliação do ambiente, considerando valores além dos obtidos nas três medições *in loco*. Primeiramente foram realizadas simulações estáticas para os equinócios de primavera e outono e os solstícios de inverno e verão, ao meio dia. Em seguida foi realizada a simulação anual, que forneceu resultados das medidas anuais ASE, sDA e UDI:

- ASE(1000,250h) – exposição solar anual – das 8am às 6pm. Considera as horas de sol direto que ficaram acima de 1000 lux.
- sDA(300, 50%) – autonomia de luz natural espacial – das 8am às 6pm. Considera a porcentagem de pontos em que atingiu o alvo de 300lux para 50% do tempo.
- UDI(100,3000) – iluminância usual de luz natural – do nascer ao por do sol. Considera a porcentagem de tempo em que os pontos atingiram iluminância entre 100 e 3000 lux.

Os limites de iluminância e horas adotados para as medidas de desempenho de iluminação natural foram os mesmos estipulados pela LM8312.

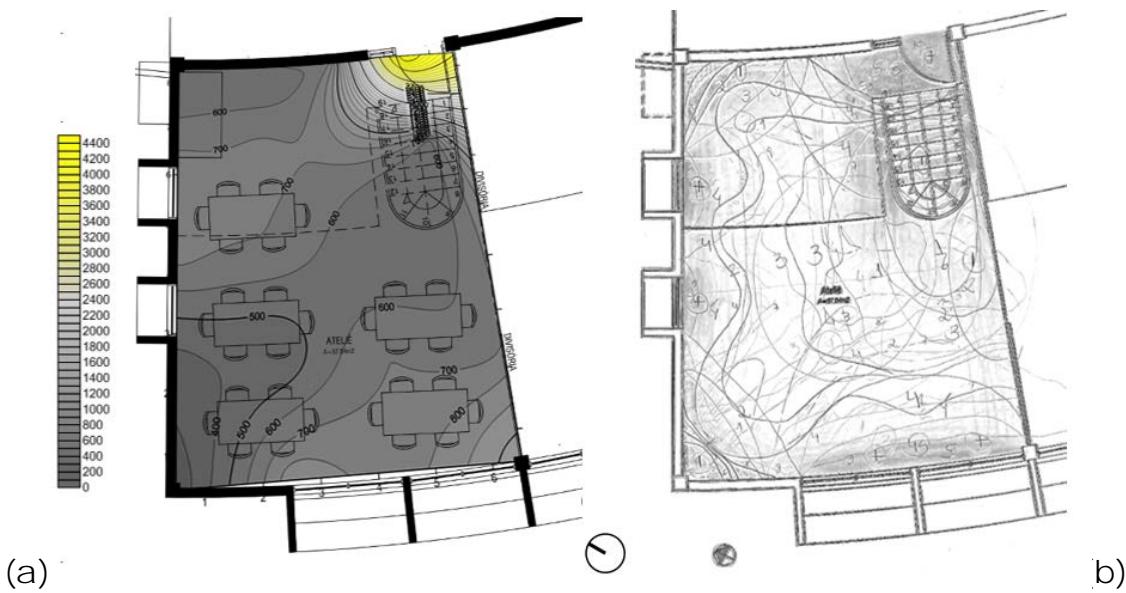
3 RESULTADOS

3.1 Medição

Medição 01

Os valores obtidos da medição 01 foram plotados no programa Surfer, onde foi possível perceber as curvas das áreas que possuem maiores iluminâncias (Figura 16a e b). Os níveis de iluminância, nas condições da medição, são elevados e variam de 200lux até aproximadamente 4000lux. Por se tratar de uma medição no turno matutino, considerando a orientação da sala, os valores medidos mais elevados se encontraram próximos à porta de entrada. A maioria dos pontos da sala obteve valores a cima de 300lux, mínimo estipulado para iluminação artificial pela norma ISO8995 (2013) para atividades escolares. Os desenhos dos alunos condizem com a distribuição da iluminação natural, onde estes ressaltaram, através de curvas muito semelhantes, os pontos que possuem maiores iluminâncias.

Figura 16 – (a) Curvas ISOLux Medição 01; (b) sobreposição dos desenhos dos alunos

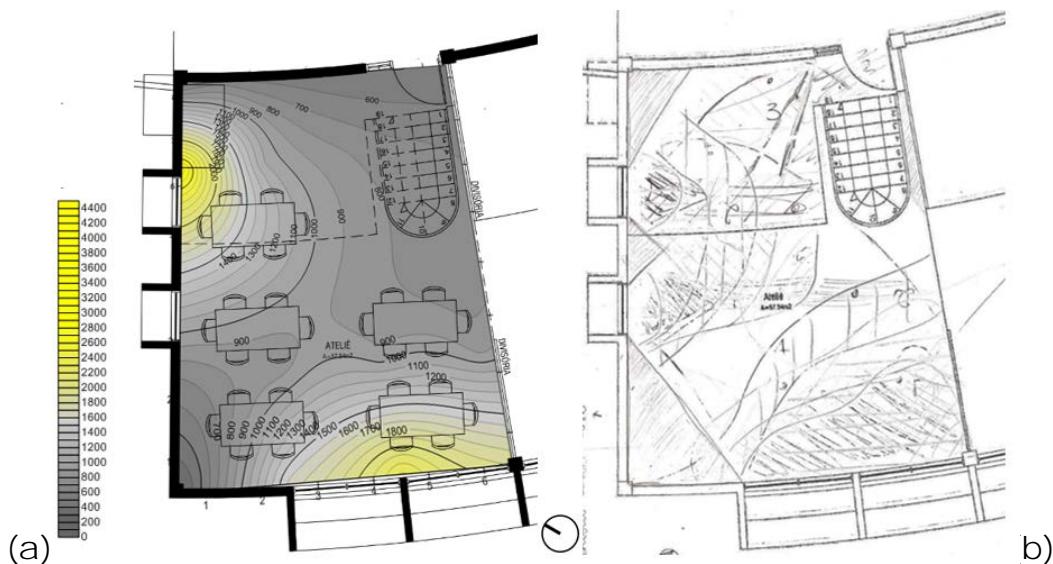


Fonte: Os autores

Medição 02

Na medição 02 observa-se que as iluminâncias mais elevadas se dão próximas às aberturas laterais, variando entre 1500 lux até valores a cima de 3000lux (Figura 17a e b). A sala se comportou de maneira pouco homogênea, apresentando valores de 200lux até 4000lux de iluminância. Apesar de poder gerar diferenças de brilho, esta permite a execução de tarefas sem o uso de luz artificial mesmo nos pontos menos iluminados do ambiente. Os alunos, comprovam através de seus desenhos, perceberem a presença de iluminância mais elevada nas regiões das aberturas e também a inexistência de pontos não iluminados naturalmente no ambiente.

Figura 17 – (a) Curvas ISOLux Medição 02. (b) sobreposição dos desenhos dos alunos

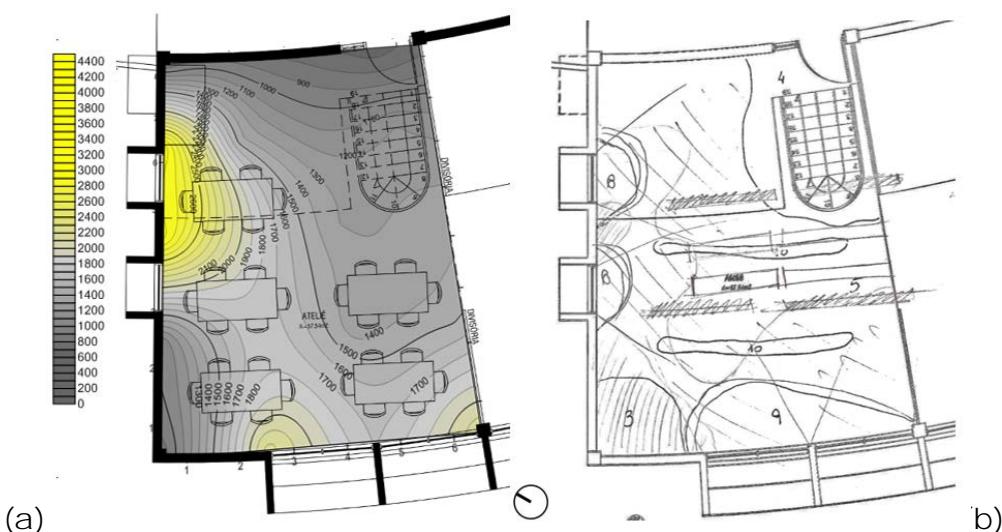


Fonte: Os autores

Medição 03

Percebeu-se neste caso, que os níveis de iluminância da sala se intensificaram com relação às outras medições (Figura 18a e b). Teve-se um aumento significativo na contribuição das janelas posicionadas para o norte, alcançando valores a cima de 4000lux. Como a medição foi realizada no período da tarde, a contribuição das aberturas zenitais superiores é mais intensa, sendo observada radiação solar direta no piso e nas áreas de trabalho. Esta radiação direta gera problemas na execução das tarefas, podendo ocasionar incômodo por ofuscamento e aquecimento, e foram pontuadas pelos alunos tanto nos desenhos como no diálogo realizado com os mesmos.

Figura 18 – (a) Curvas ISOLux Medição 03. (b) sobreposição dos desenhos dos alunos

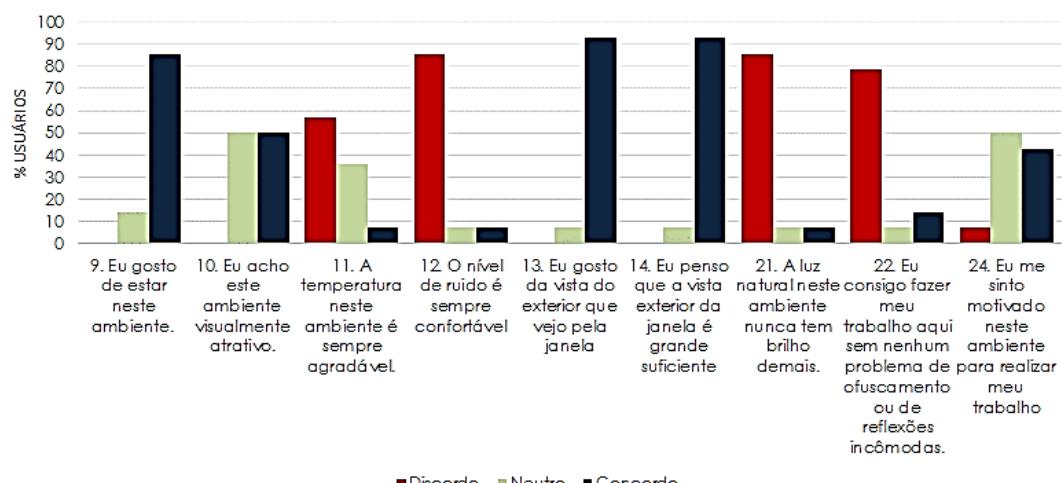


Fonte: Os autores

3.2 Questionários

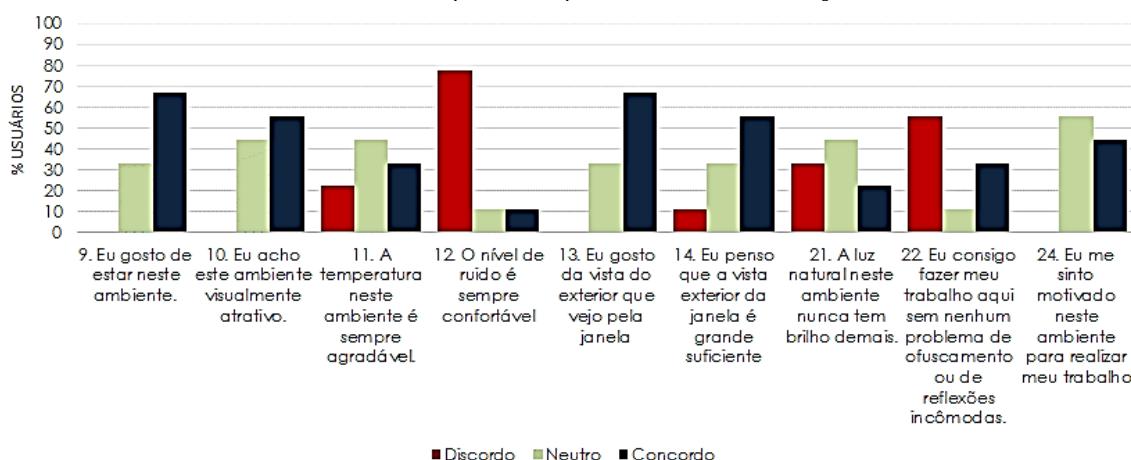
Foram selecionadas as principais perguntas do questionário das três medições para serem representadas nos Gráficos 01,02 e 03. As respostas com opção “concordo muito” foram agrupadas no grupo “concordo”, assim como as opções “discordo muito” foram agrupadas no grupo “discordo”, com a finalidade de facilitar a leitura e interpretação dos dados positivos e negativos.

Gráfico 01 – Respostas questionário, medição 01



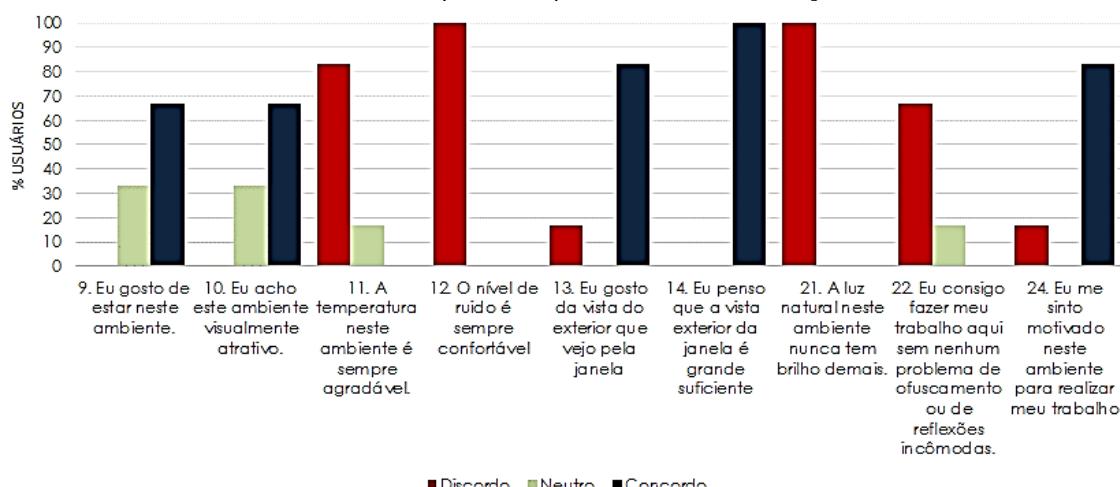
Fonte: Os autores

Gráfico 02 – Respostas questionário, medição 02



Fonte: Os autores

Gráfico 03 – Respostas questionário, medição 03



Fonte: Os autores

Através dos gráficos foi feita análise global das respostas com relação ao ambiente em análise. Considerando o total de 29 participantes e agrupando os resultados dos questionários de cada medição, encontra-se, de uma maneira geral, resultado qualitativamente favorável ao espaço. Na questão 09, 76% dos 29 entrevistados indicaram gostar de permanecer na sala, enquanto que nenhum informou o contrário. Já na questão 24, 52% dos entrevistados alegaram sentirem-se motivados no ambiente, enquanto que apenas 7%, optaram pelo contrário. As respostas reiteram o senso comum de que usuários mais satisfeitos com um ambiente tendem a estar mais motivados para nele trabalharem.

Do ponto de vista do conforto visual, 55% dos entrevistados informaram que o ambiente é visualmente atrativo, enquanto nenhum informou o contrário. É possível perceber uma relação da percepção visual com a motivação do usuário votante. Dessa forma, na medida em que os usuários se apresentaram mais motivados, os votos individuais de cada usuário para conforto visual, também foram progressivamente superiores. Do ponto de vista do conforto térmico, na questão 11, 52% dos entrevistados informaram haver algum problema referente a temperatura em ao menos algum período do ano, enquanto que apenas 14% informou estar sempre termicamente satisfeito com o ambiente. Com relação ao conforto acústico, 86% dos entrevistados informaram haver algum problema referente a qualidade acústica em ao menos algum período do ano, enquanto que apenas 7% informou estar sempre acusticamente satisfeito com o ambiente.

Ante o exposto, e considerada a maior correlação percebida para a variável "conforto visual" e "motivação do usuário" no caso em estudo, a análise seguinte pretende explorar dentre as variáveis de conforto visual pesquisadas, aquelas que possivelmente tenham desempenhado papel mais relevante para a consideração 100% neutra ou positiva que configuraram os votos para a atratividade visual do ambiente. As questões 13 e 14, 83% dos entrevistados informaram serem os visuais externos adequados e grandes suficientes, enquanto que apenas 3,5% dos usuários mostraram-se insatisfeitos com os visuais e o tamanho das aberturas. Usuários que consideraram o ambiente visualmente confortável tenderam a considerar a vista proporcionalmente adequada. As questões 21 e 22, 73% dos usuários assinalaram a existência de excessos de brilho e outros 69% também se demonstraram insatisfeitos quanto à problemas de ofuscamento e reflexões incômodas. Interessante observar, que em sua maioria, usuários que consideraram o ambiente visualmente confortável declararam baixa percepção quanto a ocorrência de brilhos, ofuscamentos e reflexões incômodas. Finalmente, considera-se que os usuários se manifestaram majoritariamente insatisfeitos acerca da ocorrência de ofuscamentos e reflexões incomodadas no ambiente.

3.3 Simulação

Nas simulações estáticas, para 4 dias representativos do ano (21 de março; 21 de junho; 21 de setembro; 21 de dezembro), foram observados valores de iluminância em sua maioria em torno de 500 a 1000lux, exceto para o mês de junho (de 200 a 400lux). Nas Figuras 19,20,21 e 22 estão representados em amarelo valores até 500lux, em laranja valores até 1000lux e em vermelho valores acima de 1000lux. Observa-se na Figura 18, que até mesmo os cantos da sala, na pior situação de contribuição da luz natural (21 de junho), ficariam com valores simulados de 200lux em praticamente todos os pontos, mais uma vez comprovando que a sala pode, em período diurno, funcionar sem o uso de iluminação artificial. Nos trechos próximos às aberturas voltadas para norte, foi encontrado valores elevados entre 1300 a 7000lux. O excesso de iluminação nestes pontos do ambiente, de 2 a 4 vezes maiores que os valores observados no fundo da sala, resultam em contrastes excessivos prejudicando o conforto visual.

Figura 19 – Simulação 21 março ao meio dia (lux)



Fonte: Os autores.

Figura 20 – Simulação 21 de junho ao meio dia (lux)



Fonte: Os autores.



Figura 21 – Simulação 21 de setembro ao meio dia (lux)



Fonte: Os autores.



Figura 22 – Simulação 21 de dezembro ao meio dia (lux)

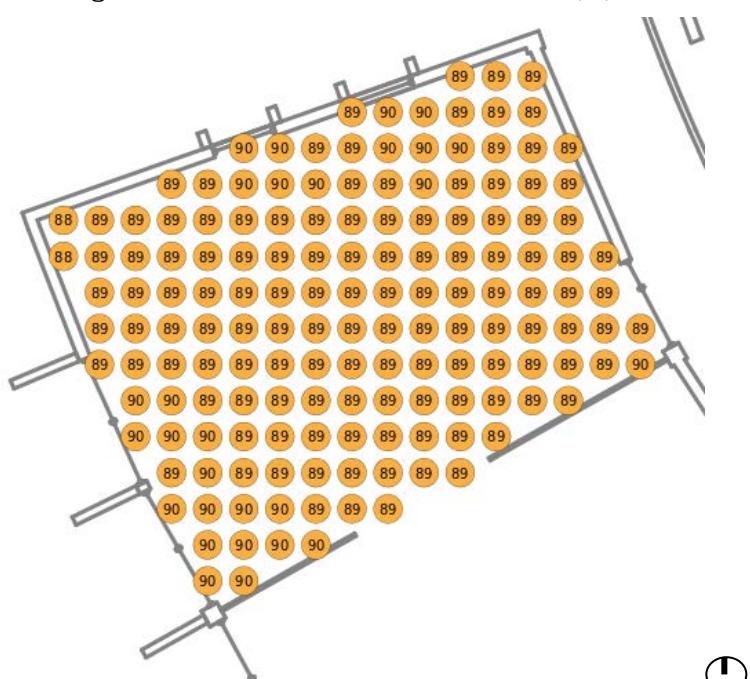


Fonte: Os autores.



Nos resultados anuais, foram avaliadas as medidas sDA, ASE e UDI já mencionadas no método. As simulações resultaram em um sDA(300,50%) igual a 100%, ou seja, 100% da sala possui 300lux em 50% do tempo. Este resultado atende os valores mínimos estabelecidos pela LM8312. Na Figura 23 estão representados em laranja os valores de porcentagem de horas que superam o alvo de 300lux.

Figura 23 – Análise Anual sDA 100% (%)

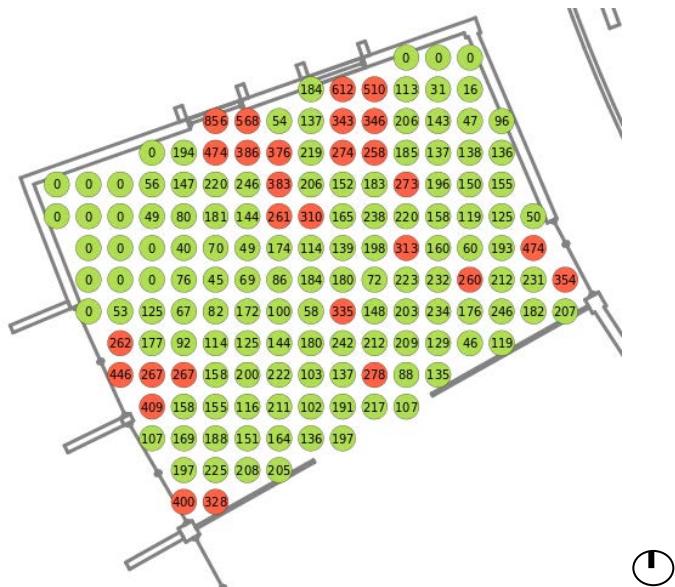


Fonte: Os autores.



Quanto às horas de exposição solar anual ASE(1000,250h), tem-se 18,06% dos pontos da malha com luz solar direta (mais de 1000lux, em 250h do ano). Partes do ambiente possuem grande exposição solar – como por exemplo nos trechos já mencionados onde há incidência de radiação direta - contraponto com áreas onde não há exposição. Na Figura 24 tem-se em vermelho os valores que atingem o alvo de 1000lux mais de 250h.

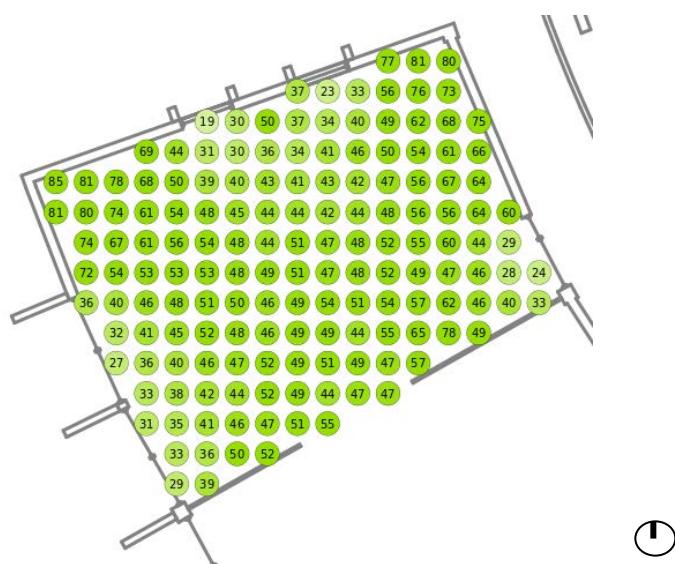
Figura 24 – Análise anual ASE 18.06% (h)



Fonte: Os autores.

A resultante para a medida UDI(100,3000), foi igual a 49,67%, representando a porcentagem anual em que a sala obteve valores entre 100 e 3000lux. Percebe-se que as porcentagens próximas às aberturas são menores em função de apresentar iluminâncias, em boa parte do ano (principalmente verão), acima de 3000lux.

Figura 22 – Análise anual UDI 49,67% (%)



Fonte: Os autores.

4 CONCLUSÕES

No geral a sala apresentou níveis de iluminâncias, tanto medidos como simulados, maiores que 300lux para execução das tarefas ali desenvolvidas. Sabe-se que os resultados obtidos das medições *in loco* são apenas uma pequena amostra, influenciada pelas condições de iluminação do dia e hora de medição. Na medição, a sala obteve a maioria dos pontos entre 300lux e 1000lux, confirmando os valores simulados para sDA igual a 100%. Quanto à ASE(1000,250h), pode-se sugerir que o valor de 1000lux estipulado pela LM8312 é um limite relativamente baixo, sendo aceito pelos usuários valores mais elevados, considerando que 76% dos entrevistados responderam que gostam de estar neste ambiente e apenas 7% se dizem não motivados em realizar suas tarefas. O resultado comparativo da simulação e das medições sugeriu que a sala poderia ser reavaliada com diferentes alvos.

Considerando a falta de uniformidade em algumas épocas do ano, e o diálogo com os usuários do espaço, pode-se confirmar que a contribuição intensa de luz natural gera muitas vezes desconforto por ofuscamento, ocasionado pelo contraste e as diferenças de brilho. Porém, ao avaliar as respostas dos usuários percebe-se que, embora cerca de 70% dos usuários tenham relatado problemas ocasionados por reflexões incômodas, excessos de brilho e ofuscamento, nenhum considerou o ambiente visualmente inadequado. Em contrapartida, uma considerável correlação foi constatada entre as variáveis relacionadas à vista externa e o conforto visual no ambiente, o que sugere que, embora problemas tenham sido apontados, estes talvez não tenham sido suficientemente negativos de modo a alterar a percepção visual positiva dos usuários. Ressalta-se que medidas de desempenho baseadas em luminâncias do campo visual, que podem ser avaliadas através da técnica HDR (High Dynamic Range), por exemplo, permitem avaliar mais precisamente a probabilidade de ofuscamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Capes e ao CNPQ pelo apoio financeiro; à equipe do programa LightStanza, por disponibilizar cotas gratuitas do programa; e aos participantes dos questionários, pelo apoio e envolvimento na pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8995-1**. Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: interior. Abril, 2013.

_____. **NBR15215-4**. Iluminação Natural - Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de medição. Brasil. Novembro, 2014.

HESHONG, L. **Daylight Metrics**. Heshong Mahone Group - Public Interest Energy Research - California Energy Commission fevereiro de 2012, 2011. (CEC-500-2012-053), 387 p.

LAMBERTS et al. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

LM83-12. **Approved Method: IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE)**. Outubro, 2012.

VAN Den Wymelenberg, Kevin; INACINI, Mehlika; JOHNSON, Peter. **The effect of luminance distribution patterns on occupant preference in a daylit office environment**. Integrated design lab – University of Idaho. Outubro, 2010.