O IMPACTO DAS JANELAS E DA ILUMINAÇÃO NATURAL NO CONFORTO VISUAL EM AMBIENTES DE ESCRITÓRIOS NO CLIMA TROPICAL QUENTE E ÚMIDO

Amanda V. P. Lima (1); Lumy Noda (2); Jullyanne F. de Souza (3); Solange Leder (4)
(1) Arquiteta, Doutoranda PPGECAM UFPB, amanda.vieira@academico.ufpb.br
(2) Arquiteta, Doutoranda PPGAU UFPB, barbara.lumy@academico.ufpb.br
(3) Designer, Mestre em Arquitetura e Urbanismo, jullyannefe@gmail.com
(4) Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo UFPB, solangeleder@yahoo.com.br

RESUMO
A iluminação natural oferece benefícios para o edifício e os ocupantes, influenciando na eficiência energética e na qualidade do ambiente interno, assim como na produtividade e na saúde dos trabalhadores. Em climas tropicais a luz do dia é frequentemente excessiva, sendo fonte de ofuscamento e a principal causa do uso intensivo da iluminação artificial ao longo do dia. Foi conduzida pesquisa em campo em dois edifícios de escritórios na cidade de João Pessoa, PB. O registro da iluminância no plano de trabalho das edificações foi realizado simultaneamente à aplicação de questionário entre 219 ocupantes, com o objetivo de analisar a influência das janelas e da iluminação natural no conforto visual em ambientes de trabalho. A iluminância nas estações de trabalho variou de 6.77 lux a 2620.4 lux. Em relação a satisfação com a iluminação no plano de trabalho, em um dos edifícios (fachada Leste) onde a iluminância média foi de 795,31 lux, a satisfação foi de 64,71% e a insatisfação de 30,15%. Quando a média foi de 564,95 lux (edifício fachada Norte e Sul) os votos de satisfação foram de 82,72% e insatisfação de 11,11%. Sobre a luz natural no ambiente houve maior rejeição em relação à iluminação incidente no plano de trabalho. Acerca da ação de ajustar cortinas ou persianas, o percentual de trabalhadores que afirma acionar diariamente esse dispositivo foi de 22,94%, considerando que apenas 28,97% do total de entrevistados estão posicionados em estações de trabalho próximas às janelas, entende-se que a maior frequência de manuseio está vinculada à facilidade de acesso aos controles dos sistemas da edificação.
Palavras-chave: conforto visual, edifícios de escritório, janelas, ações adaptativas.

ABSTRACT
Daylight offers benefits to the building and occupants, influencing energy efficiency and the quality of the internal environment, as well as productivity and worker health. In tropical climates, daylight is often excessive, being a source of glare and main cause of intensive use of artificial lighting throughout the day. Field research was conducted in two office buildings in the city of João Pessoa, PB. The recording of the illuminance in the workstations of the buildings was carried out simultaneously with the application of a questionnaire among 219 workers, with the aim of analyzing the influence of windows and daylighting on visual comfort in work environments. Illuminance at workstations ranged from 6.77 lux to 2620.4 lux. Regarding the satisfaction with the lighting, in one of the buildings (East facade) where the average illuminance was 795,31 lux, the satisfaction was 64.71% and the dissatisfaction was 30.15%. When the average was 564,95 lux (North and South facade building) the satisfaction was 82.72% and dissatisfaction was 11.11%. Regarding the daylight in the environment, there was a greater rejection in relation to the incident lighting in the workstation. Regarding the action of adjusting curtains or blinds, the percentage of workers who claim to activate this device daily was 22.94%, considering that only 28.97% of the total respondents are positioned at workstations close to the windows, it is understood that the greater frequency of handling is linked to the ease of access to the controls of the building systems.
Keywords: visual comfort, windows, adaptive actions, office buildings.

1. INTRODUÇÃO

A iluminação natural é fundamental à vida, a sua introdução nas edificações pode melhorar a qualidade do ambiente interno, beneficiar os ocupantes e contribuir na redução do consumo de energia elétrica. Principalmente nas zonas tropicais, é comum o entendimento da existência de uma grande disponibilidade de luz natural. A luz solar é bastante presente ao longo de toda a jornada de trabalho nos trópicos, contudo, o aproveitamento dessa iluminação necessita medidas especiais, sendo necessário cuidados específicos na sua utilização, uma vez que a iluminação natural pode ser uma fonte de ofuscamento que pode ocasionar desconforto visual (HOPKISON et al., 1975; LIU et al., 2021). Se os projetos que propõem a utilização da fonte natural forem mal concebidos, podem causar problemas como: ofuscamento, dores de cabeça ou cansaço visual (DAY et al., 2019). Sendo assim, fazer o uso adequado da luz do dia em edifícios, considerando o conforto visual, o conforto térmico e o consumo de energia, é um desafio constante. (Al-ASHWAL et al., 2011; HUA; OSWALD; YANG, 2011).

Na sociedade moderna, grande parte da população passa a maior parte do seu tempo em ambientes internos (ARIES, 2005; LI; LAM, 2001; WONG; MUI; TSANG, 2018), e o local de trabalho é um desses ambientes, por isso, a qualidade nestes locais, tem um impacto significativo na vida dos usuários (CHOI; LOFTNESS; AZIZ, 2012). Veitch (2011) afirma que potenciais fatores de stress podem ser eliminados quando o ambiente de trabalho propicia maior concentração e produtividade aos indivíduos. No entanto, ainda é necessário que se esclareça quando a insatisfação dos ocupantes é devido a condições não atendidas por esses ambientes ou as suas preferências. No Brasil, a Norma Técnica Brasileira NBR ISO/CIE 8995-1, especifica a iluminância, o limite de ofuscamento e a qualidade da cor para diversas tarefas e atividades em ambientes de escritórios e é recomendado para o plano de trabalho uma incidência de 500 lux e que o índice de ofuscamento não supere 19 UGR (ABNT, 2013). Parâmetros como a Exposição Solar Anual - ASE (LM-83-12, 2013) consideram que ambientes que possuem pontos com iluminação natural acima de 1000 lux (250 horas ao ano) podem apresentar ofuscamento pela luz do sol. Porém, as normas limitam-se a determinação de valores medidos, fazendo surgir a necessidade da observação de outras variáveis que também influenciam no conforto do usuário.

As janelas desempenham um papel importante no edifício, fornecendo luz natural, vista para o ambiente externo e ar fresco para os ocupantes (LIANG et al., 2018). Choi, Beltran e Kim (2012) afirmam que a visão de paisagens naturais é um dos componentes que aumentam significativamente a qualidade do ambiente interno. Aries, Veitch e Newsham (2010) afirmam que as pessoas com escritórios cujos pontos de vista são mais atraentes, relataram a diminuição do desconforto e uma melhor qualidade do sono. Edwards e Torcellini (2002) afirmam que trabalhadores que têm acesso a visão exterior e a luz do dia podem não classificar a janela como fator importante, porém os trabalhadores que não têm acesso nem a vista exterior nem a luz do dia afirmam a sua importância.

Em regiões com luz solar abundante, os edifícios de escritório tendem a ter dificuldade no controle da iluminação natural, pois, essa luz pode ter níveis abaixo ou acima dos exigidos, resultando num maior uso da iluminação artificial, ventilação mecânica e ar-condicionado, levando em consideração que a incidência de radiação solar impacta diretamente no conforto térmico e essa radiação está intrínseca à luz natural dos ambientes (HORR et al., 2016). Considerando que o uso de grandes aberturas pode acarretar maiores benefícios da luz do dia (ERELL; KAFTAN; GARB, 2014), aumentar a proporção das janelas em edifícios de escritório pode aumentar o desempenho das tarefas dos trabalhadores (YEOM, 2020). Há também estudos anteriores que evidenciam a proximidade das janelas como fator promotor do desempenho, saúde e bem-estar dos usuários (KONIS, 2013; VEITCH, 2011).

Em relação ao controle pessoal, estudos apontam que as pessoas se tornam mais tolerantes em relação ao conforto quando possuem acesso aos meios de controle. Numa pesquisa realizada na Holanda, foi apontado que o máximo de controle pessoal mostrou a maior satisfação do usuário para conforto visual, na maioria dos casos (KWON, 2019). Em espaços de escritórios, a ausência da possibilidade de ajustar as variáveis ambientais pode ser crucial para o conforto e a satisfação dos usuários. O controle de cortinas, por exemplo, permite o sombreamento e pode resultar num maior conforto visual e minimização da iluminação artificial, além de influenciar positivamente em relação à eficiência energética (BAVARESCO; GHISI, 2018). Em contrapartida, nem todos os usuários demonstram disposição em procurar e acionar os ajustes (LEAMAN; BORDAS, 2010).

Sendo assim, o uso correto da iluminação natural e a influência da presença das pessoas em edifícios de escritórios, são fatores determinantes no conforto do usuário e no desempenho energético destes edifícios. Nesse contexto, o questionamento sobre o conforto visual e as ações dos usuários em ambientes de

escritórios assumem grande relevância, pois, a avaliação das reais situações vivenciadas pelos usuários é fundamental para dotar os espaços de trabalho com as melhores condições e assim contribuir na saúde e produtividade dos trabalhadores.

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo analisar a influência das janelas e da iluminação natural no conforto visual de trabalhadores, bem como a interação destes com dispositivos de proteção solar interna (cortinas e persianas) em ambientes de escritórios padronizados na cidade de João Pessoa / PB, cujo clima é caracterizado como quente e úmido.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento metodológico adotado na pesquisa é caracterizado principalmente pela simultaneidade na coleta dos dados da variável ambiental lumínica e a aplicação do questionário entre os participantes da pesquisa. Como objeto de estudo foram escolhidos dois edifícios institucionais localizados no centro urbano da cidade João Pessoa/PB: edifício 1 (Figura 1a) e edifício 2 (Figura 1b). Os ambientes de escritórios caracterizam-se pela adoção de vão livre e ambiente compartilhado, soluções arquitetônicas padronizadas entre os pavimentos e utilização de estações individuais de trabalho modulares em formato "L" (Figura 1c). A escolha dos participantes voluntários teve como critério a disponibilidade dos trabalhadores dessas duas edificações durante o desempenho de suas atividades laborais. O estudo foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa – CEP / CCS UFPB, com registro CAAE 34189620.4.0000.5188 e Parecer no. 2.674.154.

Com o intuito de identificar o comportamento da luz nas estações individuais foram captados dados de iluminância (lux), para isso foram utilizados sensores fotométricos LI-210 associados ao *datalogger* LI-1400 (Tabela 1), com registro programa a cada minuto. O sensor foi instalado na mesa de trabalho de cada funcionário, sempre na mesma posição (Figura 1c), numa altura de 0,75 cm do nível do piso, seguindo recomendações da NBR 15215-4 (ABNT, 2005). Cada estação de trabalho foi monitorada por 15 minutos, desocupada, enquanto o trabalhador se dirigia a outro local para responder ao questionário, evitando interferências ou sombras sobre o sensor. As perguntas visavam compreender a percepção e o nível de satisfação com a iluminação no plano de trabalho e com a iluminação natural incidente nos ambientes laborais, e a frequência de ajustes de cortinas e/ou persianas pelos trabalhadores. O sistema de iluminação artificial disponível não foi alterado, permanecendo nas condições utilizadas pelos trabalhadores.

Tabela 1 - Especificação dos equipamentos utilizados.

Equipamento	**Variáveis**	**Faixa de medição**	**Incerteza de medição**	**Tempo de resposta**
LI-COR LI210	Iluminância	30 µA per 100 klux	± 5%	1 segundo



Figura 1 - Edifícios 1[a] e 2 [b], objetos na pesquisa em campo, e localização do sensor sobre plano de trabalho e *datalogger* LI-COR na estação individual de trabalho no edifício 1 [c]. Fonte: Acervo das autoras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa em campo foi realizada em dois períodos: no edifício 1 (Figura 1a), entre agosto e setembro de 2016 (estação inverno), com 136 participantes; e no edifício 2 (Figura 1b), em março de 2018 (estação verão), com 86 participantes, resultando em 219 questionários com respectivos registros das variáveis ambientais considerados válidos (Tabela 2).

No edifício 1 a fachada envidraçada que concentra as janelas é voltada para orientação Leste e recebe incidência solar direta das 06:00h às 12:00h em praticamente todos os meses do ano. Já no edifício 2, durante o período da coleta de dados, a fachada Norte recebeu incidência solar das 10:00h às 17:00h e a fachada Sul das 15:00h às 17:00h (Tabela 2). A pesquisa em campo foi conduzida em dias úteis e horários nos quais os edifícios encontravam-se em uso e operação, entre 08:00h e 18:00h. O Percentual de Área de Abertura na Fachada – PAF (INMETRO, 2010) corresponde a um valor médio representativo do percentual de aberturas existentes de uma fachada – nesse caso, esquadrias em vidro. No edifício 1 o PAF é de 66% para a fachada Leste e no edifício 2 o PAF é de 60% para as fachadas Norte/Sul. A iluminação natural incidente nos ambientes internos dos edifícios é controlada com sistemas de proteção solar internos (cortinas e persianas), não havendo dispositivos de proteções externas.

Tabela 2 - Características dos edifícios de escritórios 1 e 2, objetos da pesquisa em campo

Edifício	**Orientação das fachadas envidraçadas**	**Período de incidência solar direta (*)**	**PAF**	**Medição de Iluminância**	**Participantes**
1	Leste	das 06:00h às 12:00h	66% (Leste)	19/08/2016 a 20/09/2016 08:00h às 17:25h	135
2	Norte e Sul	Norte das 10:00h às 17:00h Sul das 15:00h às 17:00h	60% (Norte e Sul)	05/03/2018 a 20/03/2018 08:50h às 16:45h	83
(*) Durante pesquisa em campo				TOTAL	219

4.1 Iluminância no plano de trabalho

A Figura 2 demonstra a distribuição das faixas de valores e gráfico *boxplot* dos registros de iluminância nas estações de trabalho. Na distribuição do conjunto de valores obtidos no edifício 1 (Figura 2a), o intervalo de maior ocorrência de iluminância se encontra entre 750 e 1000 lux, com média de 795,31 lux. No edifício 2 (Figura 2b) há predominância de registros na faixa de 500 lux – o limite de iluminância indicado para atividades laborais (ABNT, 2013). A média de iluminância no edifício 2 foi de 564,95 lux. Considerando os resultados dos dois edifícios de escritório (Tabela 3), obteve-se a média de 708 lux, porém os valores de iluminância mostraram uma grande amplitude, variando de 6,77 lux a 2620,4 lux.

Os resultados sugerem a influência das diferentes estratégias arquitetônicas adotadas entre os edifícios, como a orientação da fachada envidraçada (Norte/Sul e Leste), ainda que a adoção das proteções solares internas e o sistema de iluminação artificial procurem controlar a luminosidade nos ambientes. Embora os espaços de trabalho necessitem de padrões de luminosidade uniformes para que as condições sejam similares aos seus ocupantes e em conformidade com Normas que tratam dos padrões ambientais adequados ao desempenho das atividades laborais (ABNT, 2013), os resultados evidenciam a dificuldade em atingir essa uniformidade, mesmo em ambientes internos controlados. Por exemplo, a estação de trabalho onde foi medido o valor de 6,77 lux, não se localizava próximo as esquadrias, além de todas as persianas próximas estarem fechadas e a luz artificial acima da estação encontrar-se desligada (apenas as luzes das estações vizinhas estavam acesas).

Em uma análise dos valores de iluminância categorizando as estações de trabalho em relação à distância das janelas ('próximo à janela' e 'afastado da janela'), a Figura 3 demonstra a influência da incidência solar nos níveis de iluminância nos ambientes internos e a diferença de condições de iluminância dos postos de trabalhos contíguos às janelas em relação aos mais afastados. Enquanto o valor médio de iluminância nas estações de trabalho mais afastadas foi de 635,37 lux, as estações de trabalho contíguas às janelas obtiveram a iluminância média de 872,78 lux. A proximidade à janela implicou nos registros mais elevados de iluminância, atingindo o valor máximo de 2600 lux.

4.2 Percepção do conforto visual

As diferenças observadas nas faixas de iluminância refletem-se na opinião dos trabalhadores quanto à satisfação com a iluminação incidente no plano de trabalho e com a iluminação natural no ambiente. Enquanto no edifício 1, cujos registros de iluminância prevaleceram valores entre 750 e 1000 lux, a satisfação (votos 1, 2 e 3) com a qualidade da luz incidente no plano de trabalho foi de 64,71%; no edifício 2, cuja faixa de iluminância mais recorrente ficou em torno dos 500 lux, a satisfação atingiu 82,72% dos trabalhadores. Sobre a insatisfação, o edifício 1 obteve os maiores relatos, total de 30,15% nos três diferentes níveis de insatisfação, votos -1, -2 e -3, enquanto no edifício 2 o total de votos alusivos à insatisfação somam 11,11% (Figura 4a).

Quando se trata da iluminação natural no ambiente percebe-se uma maior rejeição em relação àquele incidente no plano de trabalho (uma vez que esta também considera a iluminação artificial): os níveis de satisfação diminuem de 64,71% para 46,32% no edifício 1, e de 82,72% para 33,09% no edifício 2; ao mesmo tempo, a insatisfação no edifício 1 aumenta de 30,15% para 45,58% (Figura 4c). Da mesma maneira, a proximidade à janela – e consequentemente aos maiores níveis de iluminação natural –, implicou em maiores relatos de insatisfação em comparação àqueles trabalhadores localizados mais distantes às janelas, tanto nos votos sobre iluminação no plano de trabalho, quanto em relação à iluminação natural (Figura 4b e 4d). Ao se correlacionar o horário da realização da medição com os votos sobre a qualidade da luz natural, enquanto no edifício 1 (Figura 5a), cujas esquadrias são voltadas para Leste, foi observado uma tendência dos votos de satisfação com a iluminação natural ocorrerem no período da tarde ($R^2 = 0,0475$); no edifício 2 (Figura 5b), cujas esquadrias são voltadas para Norte/Sul, foi observado uma tendência dos votos de satisfação ocorrerem no período da manhã ($R^2 = 0,0124$).

Enquanto estudos conduzidos nos EUA e Canadá apontaram que o acesso à janela em ambientes laborais melhora a satisfação com a iluminação (DAY et al., 2019; VEITCH; GEERTZ, 2005), os resultados desta pesquisa demonstram que as janelas podem desencadear uma elevada insatisfação com a luz natural, quando permitem uma incidência excessiva de luz solar.

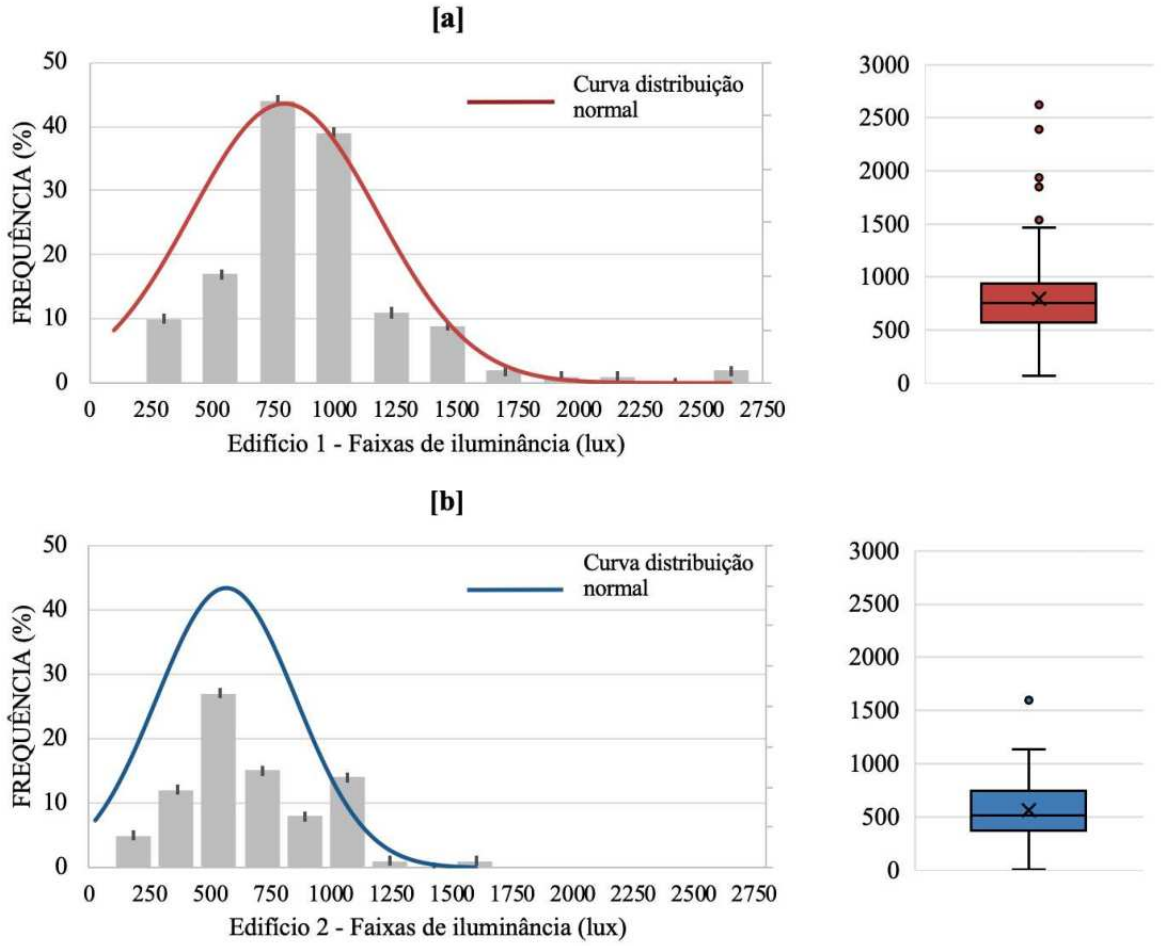

Figura 2 - Histograma de distribuição e boxplot dos resultados da iluminância interna na altura do plano de trabalho no edifício 1 [a] e edifício 2 [b].

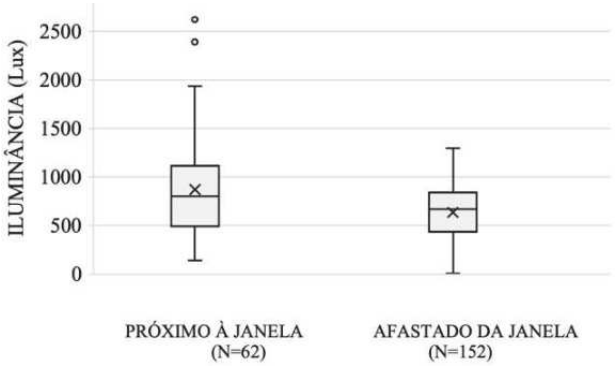

Figura 3 - Boxplot dos registros de iluminância na altura do plano de trabalho em relação à distância das janelas.

Tabela 3 - Resumo dos registros de luminância na altura do plano de trabalho (lux).

	Ed. 1 (n=136)	**Ed. 2** (n= 83)	**TOTAL** (n = 219)
Mínimo	71,20	6,77	6,77
Máximo	2620,40	1596.,6	2620,40
Média	795,31	564,95	708,00
DP	382,48	287,96	366,51

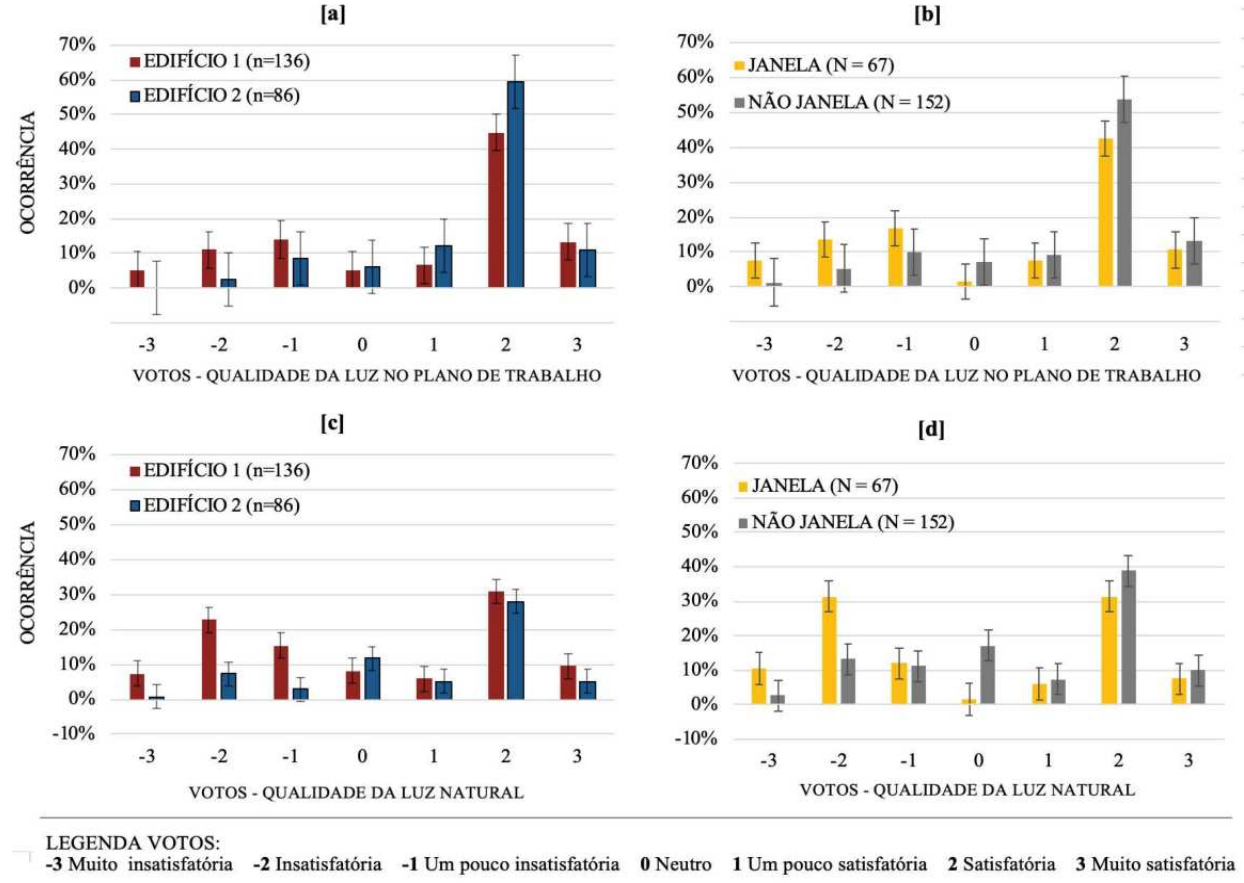

Figura 4 - Histograma de distribuição dos votos: qualidade da luz no plano de trabalho [a]; qualidade da luz no plano de trabalho em relação à proximidade da janela [b]; qualidade da luz natural [c]; da qualidade da luz natural em relação à proximidade da janela [d].

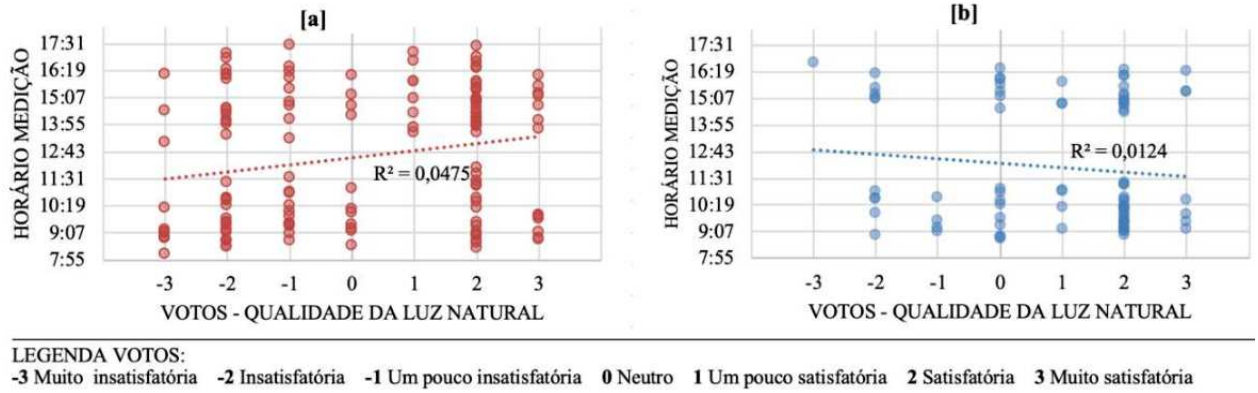

Figura 5 - Gráficos de dispersão dos votos sobre a luz natural em função do horário de medição nos edifícios 1 [a] e 2 [b].

4.3 O acionamento de cortinas e persianas

O edifício 1 adotou a tela de proteção solar tipo rolo (fator de abertura 3%, coeficiente de sombreamento 46% e bloqueio de aproximadamente 90% dos raios UV), com altura igual ao pé direito dos ambientes e com largura equivalente ao módulo da esquadria. Cada módulo da esquadria é dividido em três segmentos, onde o mais próximo ao piso tem mobiliário à sua frente, obstruindo a entrada de luz. No edifício 2 a proteção solar interna é feita com persianas verticais opacas com altura igual ao pé direito do ambiente. As esquadrias são divididas em três módulos com vidro incolor, sendo o módulo inferior com uma película opaca fixada no vidro (Figura 6).

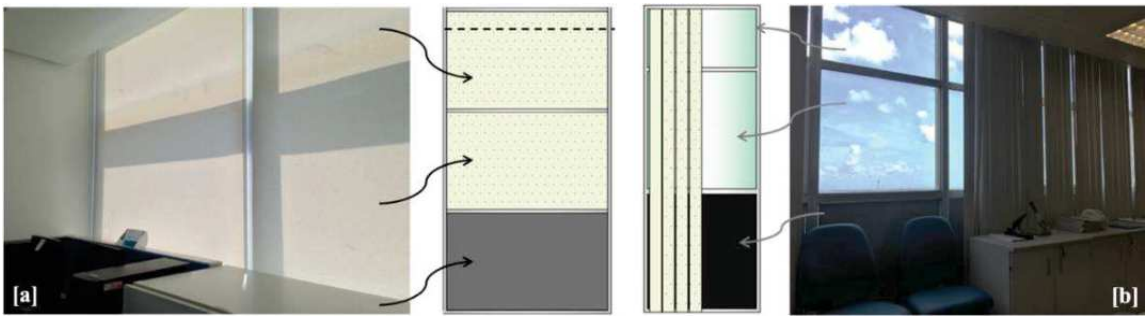

Figura 6 - Imagem e esquema gráfico dos sistemas de proteção interna no edifício 1 (tela solar) [a] e edifício 2 (persiana vertical) [b].

A partir das observações in loco foi registrado que apenas uma parcela das estações de trabalho situava-se adjacentes às janelas. Sabendo que apenas os ocupantes posicionados próximo às aberturas têm acesso direto aos mecanismos das janelas, o controle não é uma opção para todos os trabalhadores do pavimento. No edifício 1, do total de participantes da pesquisa (N = 136), foi verificado que 38,24% dos ocupantes estavam localizados em estações de trabalho próximas a janelas, enquanto 61,76% ocupavam estações na porção mais central do pavimento. No edifício 2 (N = 83), 18,07% dos entrevistados ocupavam estações próximas a janelas, e 81,93% ocupavam estações mais afastadas. Para fins de análise, em relação à distância das janelas, as estações de trabalho das duas edificações foram categorizadas como *'próximas à janela'* (28,97%) e *'afastadas da janela'* (71,03%).

Sobre o acionamento de cortinas ou persianas, foram sugeridas as frequências que foram agrupadas nas categorias *'não adota'* (nunca + não é opção para mim); *'raramente'* (1x por mês + 2-3 x por mês); *'pouco'* (1x por semana + 2-4 x por semana) e *'sempre'* (1x por dia + várias vezes por dia). Os resultados demonstraram que predomina a inexistência do ajuste (por não possuir a oportunidade ou por optar por não fazer o ajuste), conforme relato de 62,39% dos trabalhadores (Figura 7a). Em seguida, a frequência *'sempre'*(diariamente) obteve o maior percentual de ajuste (22,94%), percentual compatível com a quantidade de trabalhadores posicionados próximos às janelas (28,97%).

Ao relacionar a ação de acionar a cortina com a posição da estação de trabalho, é evidenciado que os trabalhadores mais próximos à janela utilizam mais esse recurso (Figura 7b). Da mesma maneira, a maior frequência da ação de ajuste da cortina (*'sempre'*) está relacionada com a maior média de iluminância no plano de trabalho (926,41 lux) em comparação às demais frequências de ajuste (médias entre 633 e 717 lux), conforme Figura 7c. Esses resultados vão ao encontro do estudo de Day et al. (2019) que confirmaram o desejo de ocupantes dos ambientes no acesso aos controles dos sistemas da edificação.

Em análise visual das proporções de aberturas previamente identificadas nas edificações (considerando as esquadrias dos ambientes monitorados na pesquisa em campo), algumas tipologias foram categorizadas para quantificar uma proporção aproximada das aberturas de cortinas (Figura 8), ainda que se trate de dispositivos periodicamente alterados. No edifício 1, as opções identificadas foram: *'aberta'*, *'parcialmente aberta'* e *'fechada'*. No edifício 2, considerou-se a abertura em ângulo (característica das persianas verticais) e foram identificadas cinco opções: *'fechada'*, *'parcialmente fechada'*, *'aberta'*, *'parcialmente aberta 90°'* e *'aberta 90°*'. A partir dessa definição, a Tabela 4 e Figura 10 sintetizam os percentuais de abertura das cortinas e persianas registrados durante a pesquisa em campo. Os resultados demonstram que a maior parte dos dispositivos de proteção interna permaneceram totalmente fechados e a ocorrência de um baixo percentual de abertura em ambas as edificações: 12,62% na fachada Leste do edifício 1 (Figura 10a), 7,36% e 16,6% nas fachadas Sul e Norte do edifício 2, respectivamente (Figura 10b/10c). O fato do percentual de abertura ser inferior ao percentual de trabalhadores que afirmaram adotar com frequência o ajuste do dispositivo (22,94%, conforme Figura 7a) sugere a preferência pela obstrução da incidência da iluminação natural direta e uma tendência por manter os dispositivos internos fechados. Sobre este fato, adicionalmente,

foram observadas em algumas estações de trabalho contíguas às janelas no edifício 1 (onde as telas solares não bloqueiam totalmente a luz natural) a criação de mecanismos próprios e adicionais de proteção (placas de isopor e guarda-chuvas) por trabalhadores em desconforto visual excessivo, a fim de melhorar a condição pessoal (Figura 9). Situações similares de com dispositivos de proteção alternativos adicionais foram reportados em estudos conduzidos por Konis (2013) e O'Brien e Gunay (2014).

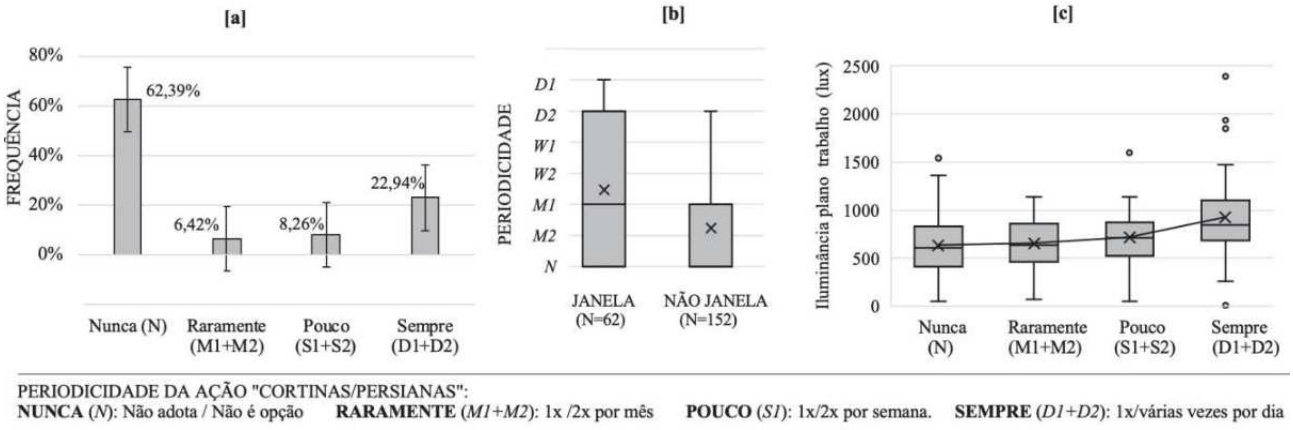

Figura 7 - Histograma da frequência da ação 'acionamento de cortinas/persianas' pelos trabalhadores para melhoria do conforto visual [a], boxplot das frequências da ação em relação à proximidade das janelas [b] e boxplot dos níveis de iluminância no plano de trabalho da em relação à periodicidade do acionamento de cortinas /persianas [c].

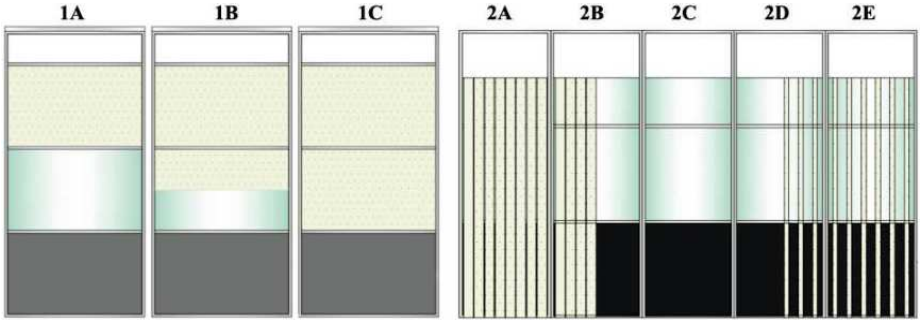

Figura 8 - Tipologias de aberturas de cortinas/persianas: Ed. 1 - Aberta [1A]; Parcialmente aberta [1B]; Fechada [1C]; e Ed. 2 - Fechada [2A]; Parcialmente aberta [2B]; Aberta [2C]; Parcialmente aberta 90° [2D]; Aberta 90° [2E]. Fonte: Lima, 2019.



Figura 9 - Proteções adicionais observadas no edifício 1: anteparos adaptados pelos usuários com placas de isopor e guarda-chuva.

Tabela 4 - Percentual de abertura de cortinas e persianas

	Ed. 1 - fachada Leste	**Ed. 2 - fachada Sul**	**Ed.2 - fachada Norte**
Tipo cortina/persiana	Tela solar	Persiana opaca	Persiana opaca
Média total proporção de abertura	12,62%	7,36%	16,6%

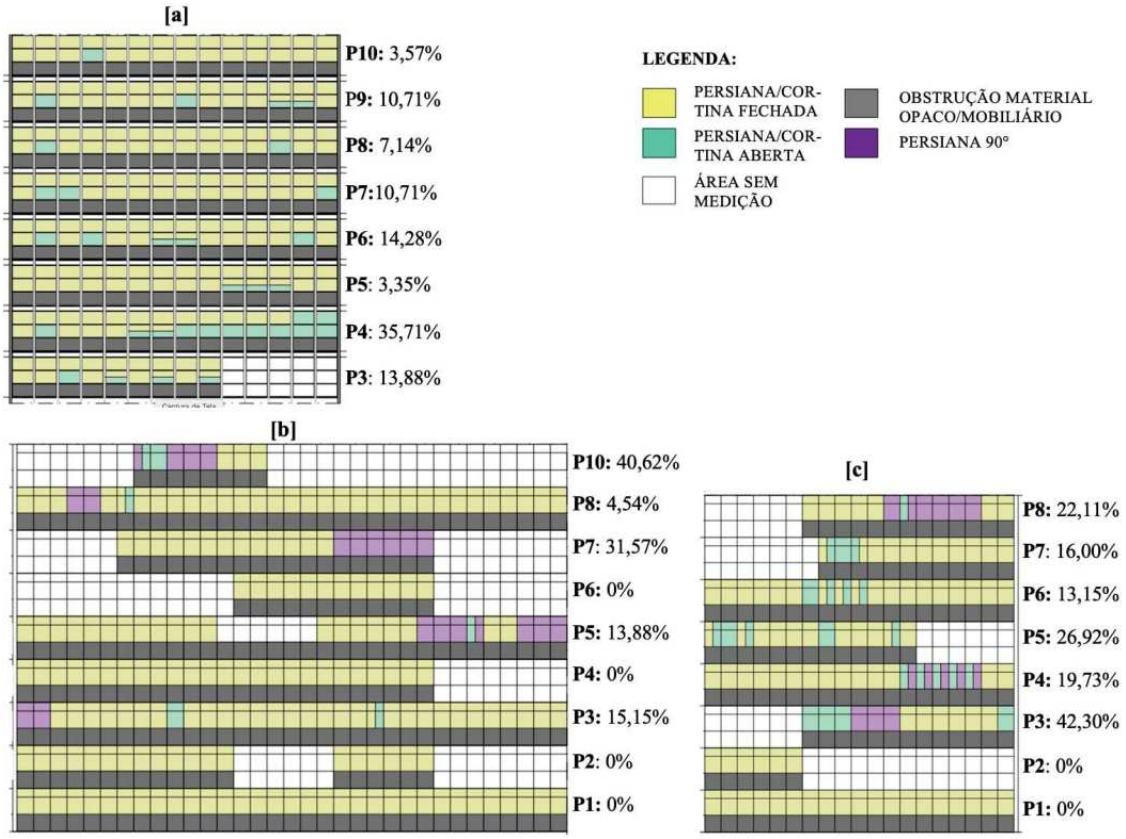

Figura 10 - Esquema gráfico do percentual de abertura de cortinas e persianas, por pavimentos, no edifício 1 - fachada Leste **[a]**, edifício 2 - fachada Sul **[b]** e edifício 2 - fachada Norte **[c]**. Fonte: Lima, 2019.

5. CONCLUSÕES

Este estudo analisou a influência das janelas e da iluminação natural no conforto visual de trabalhadores e a interação destes com dispositivos de proteção solar interna (cortinas e persianas) em ambientes de escritórios na cidade de João Pessoa/PB. No estudo de campo, conduzido em duas edificações, foi registrada a iluminância no plano de trabalho e aplicados questionários de satisfação com 219 trabalhadores.

Os resultados das medições de iluminância nas estações de trabalho variaram de 6,77 Lux a 2620,4 lux, demonstrando a dificuldade em se atingir condições de iluminância homogêneas, mesmo em ambientes padronizados e controlados. No edifício com esquadrias voltadas para Leste, onde a faixa de iluminância entre 750 lux a 1000 lux foi predominante, a satisfação com a qualidade da luz incidente no plano de trabalho foi de 64,71% e a insatisfação de 30,15%. No edifício com esquadrias voltadas para as fachadas Norte e Sul, a faixa predominante de iluminância em torno de 500 lux resultou em votos alusivos à satisfação para 82,72% e à insatisfação para 11,11% dos trabalhadores. Quando se trata da luz natural no ambiente houve maior rejeição em relação à iluminação incidente no plano de trabalho. A proximidade da estação de trabalho das janelas apresentou relação com a maior insatisfação com a luz incidente no plano de trabalho e com a luz natural, devido a possibilidade de uma incidência excessiva de luz solar.

Sobre a ação de ajustar cortinas ou persianas, 22,94% dos trabalhadores relataram que diariamente acionam o dispositivo, um percentual compatível com a quantidade de trabalhadores posicionados em estações de trabalho próximas às janelas (28,97%), reforçando o entendimento de que o usuário apresenta maior frequência de manuseio quando tem o acesso facilitado aos controles dos sistemas da edificação. Ao mesmo tempo, durante a pesquisa foi registrado um baixo percentual de cortinas e persianas abertas (12,62%; 7,36% e 16,6% nas fachadas Leste, Sul e Norte, respectivamente), o que sugere a preferência do trabalhador pela obstrução da incidência da iluminação natural direta no ambiente interno.

Em geral, foi possível observar evidências que apontam impactos significativos no conforto lumínico relacionados à orientação e à proximidade dos trabalhadores das janelas. No clima tropical quente e úmido essa proximidade (desejada em outras localidades) passa a ter aspectos negativos no conforto lumínico quando associada à fachada leste desprovida de proteções solares externas e à incidência de níveis de iluminância acima do recomendado em Norma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215: Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição.** Rio de Janeiro, p. 33, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior.** Rio de Janeiro, p. 4, 2013.

AL-ASHWAL, Nagib T.; BUDAIWI, Ismail M. Energy savings due to daylight and artificial lighting integration in office buildings in hot climate. **International Journal of Energy and Environment**, v. 2, n. 6, p. 999-1012, 2011.

ARIES, Myriam B. C.; VEITCH, Jennifer A.; NEWSHAM, Guy R. Windows, view, and office characteristics predict physical and psychological discomfort. **Journal of Environmental Phychology**. v. 30, p. 533-541, 2010.

BAVARESCO, Mateus Vinícius; GHISI, Enedir. Influence of user interaction with internal blinds on the energy efficiency of office buildings. **Energy and Buildings**, v. 166, p. 538-549, 2018.

CHOI, Joon-Ho; BELTRAN, Liliana O.; KIM, Hway-Suh. Impacts of indoor daylight environments on patient average length of stay (ALOS) in a healthcare facility. **Building and environment**, v. 50, p. 65-75, 2012.

CHOI, Joon-Ho; LOFTNESS, Vivian; AZIZ, Azizan. Post-occupancy evaluation of 20 office buildings as basis for future IEQ standards and guidelines. **Energy and buildings**, v. 46, p. 167-175, 2012.

DAY, Julia K. et al. Blinded by the light: Occupant perceptions and visual comfort assessments of three dynamic daylight control systems and shading strategies. **Building and Environment**, v. 154, p. 107-121, 2019.

EDWARDS, L. et al. A literature review of the effects of natural light on building occupants. National Renewable Energy Laboratory. 2002.

ERELL, Evyatar; KAFTAN, Eran; GARB, Yaakov. Daylighting for visual comfort and energy conservation in offices in sunny regions. In: **Proceedings of the Passive and Low Energy Architecture Conference, Ahmedabad, India**. 2014. p. 16-18.

HOPKISON, R. G.; PETHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. Iluminação Natural. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1975.

AL HORR, Yousef et al. Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature. **Building and environment**, v. 105, p. 369-389, 2016.

HUA, Ying; OSWALD, Anne; YANG, Xiaodi. Effectiveness of daylighting design and occupant visual satisfaction in a LEED Gold laboratory building. **Building and Environment**, v. 46, n. 1, p. 54-64, 2011.

ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY. **IES LM-83-12, Ies Spatial Daylight Autonomy (SDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE). LM-83-12** New York, 14p, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, RTQ-C.** Rio de Janeiro, 2010.

KONIS, Kyle. Evaluating daylighting effectiveness and occupant visual comfort in a side-lit open-plan office building in San Francisco, California. **Building and Environment**, v. 59, p. 662-677, 2013.

KWON, Minyoung et al. Personal control and environmental user satisfaction in office buildings: Results of case studies in the Netherlands. **Building and Environment**, v. 149, p. 428-435, 2019.

LEAMAN, Adrian; BORDASS, Bill. Productivity in buildings: The killer variables: twenty years on. In: **Creating the Productive Workplace**. Routledge, 2017. p. 301-316.

LI, Danny HW; LAM, Joseph C. Evaluation of lighting performance in office buildings with daylighting controls. **Energy and buildings**, v. 33, n. 8, p. 793-803, 2001.

LIANG, Runqi et al. Evaluation of the thermal and optical performance of thermochromic windows for office buildings in China. **Energy and Buildings**, v. 176, p. 216-231, 2018.

LIMA, Amanda Vieira Pessoa. **O impacto da orientação na qualidade e conforto lumínico: análise das condições ambientais e opinião dos usuários**. Orientadora: Solange Maria Leder. 2019. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de pós-graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/18505.

LIU, Xin et al. Illumination distribution and daylight glare evaluation within different windows for comfortable lighting. **Results in Optics**, v. 3, p. 100080, 2021.

VEITCH, Jennifer A. Workplace design contributions to mental health and well-being. **Healthcare Papers**, v. 11, n. Special Issue, p. 38-46, 2011.

VEITCH, J. A. et al. Satisfaction with lighting in open-plan offices: COPE field findings. **Proceedings of Lux Europa**, v. 2005, p. 414-7, 2005.

WONG, Ling Tim; MUI, Kwok Wai; TSANG, Tsz Wun. An open acceptance model for indoor environmental quality (IEQ). **Building and Environment**, v. 142, p. 371-378, 2018.

YEOM, Seungkeun et al. Determining the optimal window size of office buildings considering the workers' task performance and the building's energy consumption. **Building and Environment**, v. 177, p. 106872, 2020.

O'BRIEN, William; GUNAY, H. Burak. The contextual factors contributing to occupants' adaptive comfort behaviors in offices–A review and proposed modeling framework. **Building and Environment**, v. 77, p. 77-87, 2014.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi apoiada pelos órgãos governamentais brasileiros CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Os autores agradecem as bolsas CAPES e financiamento do CNPQ pelo edital MCTIC / CNPq nº 28/2018 - Universal / Faixa B - Processo: 434583 / 2018-9.