

O impacto das janelas na percepção visual em ambientes de escritórios no clima tropical quente e úmido

The impact of windows on visual perception in office spaces in hot and humid tropical climates

Amanda Vieira Pessoa Lima 

Lumy Noda 

Jullyanne Ferreira de Souza 

Solange Maria Leder 

Resumo

A iluminação natural oferece benefícios para o edifício e para os ocupantes, porém, em climas tropicais, a luz natural é frequentemente excessiva, sendo fonte de ofuscamento e incentivo ao uso intensivo da iluminação artificial. Objetivando analisar a influência das janelas e da iluminação natural na percepção visual em ambientes laborais, esta pesquisa foi conduzida em dois edifícios de escritórios em João Pessoa-PB, com o registro da iluminância em 219 estações de trabalho simultâneo à aplicação de questionário. A amplitude dos índices de iluminância (6,77 lux a 2.620,4 lux) demonstra a dificuldade em atingir uniformidade e condição adequada às normas, com recorrentes índices em torno de 750 lux – implicando a insatisfação para 30,15% dos ocupantes. Predominaram elementos internos de sombreamento na posição 'fechada' e baixo percentual de acionamento pelos usuários (22,94%), uma vez que a frequência de manuseio se mostrou relacionada à proximidade do dispositivo. Os resultados sugerem que as janelas podem desencadear elevada insatisfação com a luz natural, quando permitem excessiva incidência de luz solar e, especialmente, quando associadas a grandes aberturas com orientação leste desprovidas de proteção solar externa.

Palavras-chave: Conforto visual. Iluminação natural. Edifícios de escritório. Janelas. Ações adaptativas.

Abstract

Daylighting is beneficial for buildings and their occupants; however, in tropical climates, daylight is often excessive, and it is a source of glare and cause of frequent use of artificial lighting. With the objective of analysing the influence of windows and daylighting on visual perception in workplaces, this study was conducted in two office buildings in the city of João Pessoa, state of Paraíba, Brazil: illuminance at desk level was recorded at 219 workstations, simultaneously to a questionnaire application. The wide range of illuminance indices (from 6,77 to 2620,4 lux) demonstrates the difficulty of achieving uniform conditions that are in conformity with the standards, with recurrent indices around 750 lux leading to 30,15% of occupants' dissatisfaction. Internal shading elements predominated in the 'closed' position and a low percentage of activation by users (22,94%), since the frequency of activation was related to device proximity. The results suggest that windows may be related with high dissatisfaction with daylight when they allow excessive incidence of sunlight, especially when associated with east-facing facades with no external solar protection.

Keywords: Visual comfort. Daylighting. Office buildings. Windows. Adaptive actions.

¹Amanda Vieira Pessoa Lima

¹Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa - PB - Brasil

²Lumy Noda

²Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa - PB - Brasil

³Jullyanne Ferreira de Souza

³Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa - PB - Brasil

⁴Solange Maria Leder

⁴Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa - PB - Brasil

Recebido em 14/12/21

Aceito em 01/03/22

Introdução

A iluminação natural é fundamental à vida, podendo melhorar a qualidade do ambiente interno, beneficiar os ocupantes e contribuir para a redução do consumo de energia elétrica nas edificações. Em zonas tropicais, é comum o entendimento da existência de grande disponibilidade de luz natural e sua presença predominante ao longo de toda a jornada de trabalho diário nessas regiões. O ganho solar e a luz natural, no entanto, são variáveis que podem ser conflitantes em um sistema de abertura. O aproveitamento da iluminação natural implica medidas especiais, sendo necessários cuidados específicos, uma vez que a luz natural pode ser uma fonte de ofuscamento e ocasionar desconforto visual (HOPKISON; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1975; LIU *et al.*, 2021). Projetos incipientes que propõem a utilização da fonte natural na iluminação interna podem resultar na má distribuição das iluminâncias e no brilho excessivo de algumas superfícies, com efeitos deletérios, como dor de cabeça e/ou cansaço visual (DAY *et al.*, 2019). Assim, o uso da luz do dia em edifícios, atendendo às exigências de conforto visual, conforto térmico e eficiência energética, é um desafio constante (AL-ASHWAL; BUDAIWI, 2011; HUA; OSWALD; YANG, 2011).

Na sociedade moderna, grande parcela da população passa a maior parte do seu tempo em ambientes internos (ARIES, 2005; LI; LAM, 2001; WONG; MUI; TSANG, 2018), especialmente nos espaços de trabalho, e, por causa disso, a qualidade nesses locais tem um impacto significativo na vida dos usuários (CHOZ; LOFTENESS; AZIS, 2012). Veitch (2011) afirma que potenciais fatores de estresse podem ser eliminados quando o ambiente de trabalho propicia maior concentração e produtividade aos indivíduos. No entanto, ainda são necessários esclarecimentos sobre as razões da insatisfação dos ocupantes, se devido às condições não atendidas pelos ambientes ou em razão de preferências individuais.

No Brasil, em ambientes de escritórios, a norma técnica NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) recomenda para o plano de trabalho uma incidência de 500 lux e índice de ofuscamento até 19 UGR (ABNT, 2013). As normas, no entanto, invariavelmente determinam critérios e limites desejáveis da iluminação relacionados com a tarefa. Variáveis subjetivas, associadas ao conforto visual, ainda são pouco atendidas. Estudo de campo conduzido no Irã (FAKHARI; FAYAZ; ASADI, 2021) identificou que os ocupantes ficaram satisfeitos com a iluminação acima de 550 lux, tendo o intervalo entre 600 lux e 650 lux proporcionado maiores índices de satisfação. Os autores identificaram que as fontes de iluminação natural e artificial juntas são mais eficazes no conforto visual dos ocupantes do que o uso delas individualmente.

As janelas desempenham importantes funções para a qualidade do ambiente interno, como a ventilação natural, a iluminação natural e a visão e o contato com o exterior. Estudos evidenciam a proximidade das janelas como fator promotor do desempenho, da saúde e do bem-estar dos usuários (KONIS, 2013; VEITCH, 2011). 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 ocupantes de escritórios cujos pontos de vista são mais atraentes relataram a diminuição do desconforto e uma melhor qualidade do sono. Edwards e Torcellini (2002) asseguram que trabalhadores que têm acesso a uma visão do exterior e ambientes iluminados naturalmente podem não classificar a janela como fator importante; porém, os trabalhadores privados do acesso à visão do exterior e à luz do dia revelam de grande importância a presença de janelas no ambiente de trabalho.

A baixa uniformidade das iluminâncias (níveis abaixo ou acima do exigido em um mesmo ambiente) resulta em maior uso da iluminação artificial, da ventilação mecânica e do ar-condicionado (AL HERR *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 melhorar o desempenho das tarefas dos trabalhadores (YEOM *et al.*, 2020). No entanto, é necessário considerar que a incidência de radiação solar impacta diretamente o conforto térmico, uma vez que a radiação térmica é inerente (ou intrínseca) à presença da luz natural nos ambientes (AL HERR *et al.*, 2016). No que tange a elementos internos de sombreamento, como cortinas e persianas, Bavaresco e Ghisi (2020) explicam que modelos ideais de controle dos sistemas e ajustes desses dispositivos que tomam como base apenas questões físicas da edificação falham na representação dos usuários dos espaços e, por isso, consideram necessário ampliar o conhecimento sobre os aspectos impactantes aos ajustes dos elementos internos de sombreamento (EIS), sobretudo em locais onde esses estudos ainda são escassos. No Brasil, o estudo de Hara e Pereira (2020) apontou que, quando a percepção do usuário sobre a luz proveniente da abertura é identificada como 'muito clara', se observa o ingresso da radiação solar pela abertura e, consequentemente, o fechamento das persianas. Em pesquisa realizada na Holanda, Kwon *et al.* (2019) apontaram que o máximo de controle pessoal mostrou a maior satisfação do usuário para conforto visual, na maioria dos casos.

Nos edifícios de escritórios localizados em regiões com luz solar abundante, a falta de mecanismos destinados ao bloqueio da luz solar pode dificultar ou inviabilizar o controle da iluminação natural pelos usuários. Nesses espaços, a ausência da possibilidade de ajustar as variáveis ambientais pode ser crucial para o conforto e a satisfação dos usuários. A operação e a manutenção do edifício, das atividades e do comportamento dos ocupantes, assim como a qualidade do ambiente interno, podem ter uma influência tão significativa tanto no consumo de energia elétrica de um edifício quanto nos fatores relacionados ao clima, à envoltória e aos sistemas de energia do edifício (YOSHINO; HONG; NORD, 2017). O controle de cortinas, por exemplo, permite o sombreamento e pode resultar em maior conforto visual e na minimização da iluminação artificial, além de influenciar positivamente a eficiência energética (BAVARESCO; GHISI, 2018). Ao mesmo tempo, nem todos os usuários demonstram disposição em procurar e acionar os ajustes disponíveis no espaço ocupado (LEAMAN; BORDASS, 2010). Corrobora com essa constatação o estudo realizado no estado do Paraná, Brasil, por Ciappina, Urbano e Gligio (2021), ao destacarem que a padronização das ações dos usuários, mediante um único padrão de uso para os estudos por simulação computacional, não abrangeu a heterogeneidade existente na ocupação e na operação dos sistemas. Nesse contexto, investigações sobre a percepção visual dos ocupantes e as ações adotadas para promover o conforto assumem grande relevância na avaliação de situações vivenciadas pelos usuários e na compreensão das variáveis que impactam a qualidade dos espaços de trabalho.

Este artigo tem como objetivo analisar a influência das janelas e da iluminação natural na percepção visual de trabalhadores, bem como a interação desses com dispositivos internos de sombreamento (cortinas e persianas) em ambientes de escritórios padronizados na cidade de João Pessoa-PB, cujo clima é caracterizado como quente e úmido.

Método

O procedimento metodológico adotado na pesquisa é caracterizado principalmente pela simultaneidade na coleta dos dados da variável ambiental lumínica e pela aplicação do questionário entre os participantes da pesquisa. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/CCS UFPB), com registro CAAE 34189620.4.0000.5188 e Parecer n.º 2.674.154.

Os objetos de estudo da pesquisa são edifícios de multipavimentos, inseridos no mesmo bairro, que passaram por *retrofit* de suas instalações internas e externas e foram inaugurados entre os anos de 2013 e 2016; portanto, consideramos que são edificações com instalações prediais novas. Os objetos têm características em comum, como fachadas envidraçadas cujas esquadrias permanecem fechadas, considerando que são ambientes climatizados artificialmente. Os trabalhadores das edificações desempenham atividades de escritório (sentados utilizando o computador), sendo uma população considerada adulta.

A pesquisa em campo foi conduzida em dias úteis e horários nos quais os edifícios encontravam-se em uso e operação, entre 8h e 18h. A autorização concedida para proceder com a investigação se baseou no argumento de que o estudo não prejudicaria o desenvolvimento das atividades dos trabalhadores; portanto, a escolha dos participantes voluntários teve como critério a disponibilidade dos trabalhadores durante o desempenho de suas atividades laborais.

Visando minimizar as interferências no ambiente e caracterizar as condições reais de funcionamento, os investigadores não modificaram nenhuma característica ou cenário encontrado *in loco*. Os ambientes utilizavam iluminação natural e artificial simultaneamente, podendo o desligamento da iluminação artificial ser considerado inaceitável e prejudicial ao desenvolvimento das tarefas pelos trabalhadores, assim como impedir os usuários de usarem o acionamento da iluminação artificial resultaria em uma condição anormal, não compatível com a finalidade do estudo de verificar as condições reais.

Registros de iluminância

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 um registro a cada minuto. O sensor foi instalado na mesa de trabalho de cada funcionário, sempre na mesma posição (Figura 1), a uma altura de 0,75 m do nível do piso, seguindo recomendações da NBR 15215-4 (ABNT, 2005b). As estações de trabalho foram monitoradas durante 15 min, adotando-se como resultado a média dos 15 registros coletados. No momento da medição, a estação encontrava-se desocupada, pois, simultaneamente, o trabalhador respondia ao questionário em outro local, evitando interferências ou sombras sobre o sensor.

Tabela 1 - Especificação dos equipamentos utilizados

Equipamento	Variável	Faixa de medição	Incerteza de medição	Tempo de resposta
LI-COR LI210	Iluminância	30 μ A per 100 klux	\pm 5%	1 segundo

Figura 1 - Sensor LI-COR sobre plano de trabalho na estação individual no edifício 1



Questionários

O questionário abordou perguntas objetivas que visavam compreender a percepção e o nível da satisfação com a iluminação no plano de trabalho e com a iluminação natural incidente no ambiente laboral, além da frequência de ajustes de cortinas e/ou persianas pelos trabalhadores (Quadro 1). A questão que aborda a luz incidente no plano de trabalho considera a iluminação total (luz natural e artificial), levando em conta sempre a situação real e as exatas condições em que o ambiente interno se encontrava, sem interferência dos pesquisadores.

Nas questões sobre a percepção da iluminação, as opções de resposta obedeciam a uma escala de sete pontos, variando de muito satisfatória (3) a muito insatisfatória (-3). Na questão que aborda o acionamento de cortinas ou persianas, os usuários respondiam sobre a frequência com que realizavam a ação, optando entre as frequências que foram agrupadas nas categorias 'não adota' (nunca + não é opção para mim), 'raramente' (1x por mês + 2-3x por mês), 'pouco' (1x por semana + 2-4x por semana) e 'sempre' (1x por dia + várias vezes por dia).

Nas duas edificações, os mecanismos para manuseio das cortinas e das persianas eram coletivos, podendo ser acionados por qualquer usuário; contudo, sabe-se que os ocupantes posicionados próximos aos elementos têm maior acesso a eles, pois a distância deles até as estações de trabalho dos usuários pode inibir a ação. Considerou-se que a falta de acesso ao controle é uma variável de impacto na pesquisa; portanto, entre as opções de resposta na questão que aborda o acionamento desses elementos internos de sombreamento, foi adotada a categoria 'não adota', para incluir os usuários que, devido ao distanciamento, consideravam não possuir o acesso ou a possibilidade de manuseio.

Janelas e abertura dos elementos internos de sombreamento

A fim de caracterizar os postos de trabalho em relação à proximidade da janela, foi adotada uma categorização baseada no leiaute adotado no pavimento tipo nas duas edificações. As mesas adjacentes às fachadas envidraçadas foram categorizadas como 'próximas à janela - PJ', compreendendo estações cujas cadeiras dos ocupantes situavam-se em torno de 1 m da esquadria, mais suscetíveis a uma maior incidência da iluminação natural. Os demais postos foram considerados 'afastados da janela - AJ'.

Quadro 1 - Questões adotadas no estudo

Questões	Opções de resposta
1. Como você classifica a qualidade da luz incidente na sua estação de trabalho? (iluminação artificial + natural)	Muito satisfatória (3) Satisfatória (2) Um pouco satisfatória (1) Neutro (0)
2. Como você classifica a iluminação natural incidente no seu ambiente de trabalho?	Um pouco insatisfatória (-1) Insatisfatória (-2) Muito insatisfatória (-3)
3. Com que frequência você ajusta a abertura da cortina para melhorar o seu conforto visual em sua estação de trabalho?	Nunca (não adota ou não tem acesso) Raramente (1 a 3 vezes por mês) Pouco (1 a 4 vezes por semana) Sempre (1 ou várias vezes por dia)

Durante a coleta de dados e limitando-se aos ambientes efetivamente monitorados, também foram registrados pelos pesquisadores os padrões de abertura dos dispositivos internos de sombreamento utilizados no perímetro das fachadas envidraçadas. Uma vez que a pergunta que integra o questionário refere-se à frequência de manuseio do dispositivo pelo usuário (não diferenciando se para abri-lo ou fechá-lo), esse registro teve como objetivo identificar uma proporção total de abertura no conjunto das edificações. As tipologias utilizadas para classificar a abertura foram:

- (a) no edifício 1, em que são utilizadas telas solares do tipo rolo: aberta, parcialmente aberta, fechada; e
- (b) no edifício 2, em que são utilizadas persianas opacas verticais: aberta 90°, parcialmente aberta 90°, aberta parcialmente, fechada.

Análise dos dados

Os dados das medições de iluminação e as respostas obtidas nos questionários foram tratados e tabulados em planilha eletrônica. Cada resultado foi vinculado ao posto individual de trabalho para fins de análise. O procedimento inicial consistiu na verificação da normalidade das variáveis, utilizando como critério os valores de assimetria, que variam de +3 a -3, e os valores de curtose, entre +8 e -8, conforme proposto por Kline (2011). Além da análise estatística descritiva, foi adotada a correlação de Pearson e a correlação linear para verificar a relação entre variáveis. Os resultados sobre a iluminância no plano de trabalho, a percepção do conforto visual e o uso dos dispositivos de sombreamento internos (cortinas e persianas) foram analisados com ênfase na influência das janelas, conforme a categorização baseada na proximidade das mesas individuais às esquadrias.

Resultados e discussão

Contexto climático

As edificações estudadas estão inseridas no Centro da cidade de João Pessoa-PB, com coordenadas correspondentes a 7°07' de latitude Sul e 34°52' de longitude Oeste. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, a capital paraibana tem o clima tropical úmido como característica, sendo também classificada na zona bioclimática 8 (ABNT, 2005a).

Segundo as normas climatológicas do Brasil (de 1981 a 2010), os valores de insolação total (em horas) ao ano para a cidade de João Pessoa-PB são de 2.731 horas. Os valores de insolação mensal no período correspondente às medições realizadas são: 226,5 horas em março, 224,0 horas em agosto e 233,3 horas em setembro (INSTITUTO..., 2022). A Tabela 2 sintetiza as condições de nebulosidade e radiação global no período das medições.

Da base de dados da Redemet (REDE..., 2022), foram verificados dados referentes à cobertura da abóbada celeste, provenientes de estação meteorológica localizada na região metropolitana de João Pessoa-PB (latitude -7,19/longitude -34,89). No período de medição do edifício 1 (19/08/2016 a 20/09/2016), predominaram os céus com nuvens esparsas (cobertura de 3/8 a 4/8 da abóbada celeste) e nublado (de 5/8 a 7/8 da abóbada celeste), com frequência de 35,15% e 34,05%, respectivamente. No edifício 2, cujas medições ocorreram de 05/03/2018 a 23/03/2018, a cobertura do céu foi similar, com 40,38% dos horários de medição com nuvens esparsas e 37,05% de céu nublado. Em nenhum dos dois períodos de pesquisa em campo teve-se o registro de céu encoberto (com 8/8 da abóbada celeste encoberta por nuvens).

Tabela 2 - Quantitativo de nuvens (cobertura do céu) nos dois ciclos de medição

	Período das medições	Nebulosidade (oitavos das abóbadas)*				Radiação global (W/m ²)**
		Poucas (1/8 a 2/8)	Esparsas (3/8 a 4/8)	Nublado (5/8 a 7/8)	Encoberto (8/8)	
Edifício 1***	19/08/2016 a 20/09/2016**	24,28%	35,15%	34,05%	0%	240
Edifício 2****	05/03/2018 a 20/03/2018**	19,23%	40,38%	37,83%	0%	220

Nota: *dados de frequência relativos aos horários úteis para medição (das 7h às 18h), em aeródromo na região metropolitana de João Pessoa-PB, latitude -7,19/longitude -34,89 (REDEMET, 2020).

**médias mensais de radiação global (INSTITUTO..., 2018).

***6,52% de horários sem dados registrados.

****2,56% de horários sem dados registrados.

Caracterização das edificações

Como objeto de estudo, foram escolhidos dois edifícios institucionais localizados no centro urbano da cidade João Pessoa-PB: edifício 1 e edifício 2 (Figuras 2 e 3). As edificações estão localizadas na área central da cidade de João Pessoa-PB, encontrando-se no seu entorno grande concentração de estabelecimentos comerciais e de serviços, predominantemente edificações até dois pavimentos, como também alto fluxo de pessoas e transportes (públicos e privados) (Figura 2). A distância entre as duas edificações é de aproximadamente 700 m.

Com o Decreto n.º 25.138/2004 (PARAÍBA, 2004), do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado da Paraíba (IPHAEP), foi aprovado o Tombamento do Centro Histórico Inicial da Cidade de João Pessoa-PB, classificando os imóveis quanto ao grau de preservação e estabelecendo diretrizes para possíveis intervenções e usos. Pode-se citar também o Decreto n.º 7.819/1978 (PARAÍBA, 1978), que cita o Cadastramento e o Tombamento dos Bens Culturais, Artísticos e Históricos no Estado da Paraíba. Como os edifícios estão inseridos na área de preservação rigorosa (APR), o seu tombamento é classificado como conservação parcial (CP), devendo qualquer reforma feita passar pela avaliação do órgão responsável (IPHAEP).

No edifício 1, a fachada envidraçada que concentra as janelas é voltada para a orientação leste e recebe incidência solar direta das 6h às 12h 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 6h às 14h e a fachada sul das 15h às 18h (Quadro 2).

O percentual de área de abertura na fachada (PAF) (INSTITUTO..., 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 e sul. A iluminação natural incidente nos ambientes internos dos edifícios é controlada com sistemas de proteção solar interno (cortinas e persianas), não havendo dispositivos de proteções externas.

As esquadrias do edifício 1 têm uma lâmina de 4 mm de vidro de controle solar (*Light Blue 52 on clear*) na face externa e uma lâmina de vidro incolor de 4 mm na face interna, unidas por uma camada da resina polivinil butiral (PVB). No edifício 2, apesar do *retrofit*, foi utilizado o vidro incolor de 6 mm nas esquadrias de toda a fachada. Comparando os dois vidros, o usado nas esquadrias do edifício 1 tem uma redução de 22% na transmitância luminosa, de 3% na reflexão externa e de 16% na absorção de calor.

Os ambientes internos caracterizam-se pela adoção de pavimentos com vão livre e ambiente compartilhado, além de soluções arquitetônicas padronizadas entre os pavimentos e utilização de estações individuais de trabalho modulares em formato "L" (Figuras 3b e 3d). As edificações possuem outras características internas semelhantes, as cores adotadas nas superfícies (mobiliário, paredes, piso e teto) são predominantemente claras e em toda a iluminação artificial presente nos edifícios são utilizadas luminárias com lâmpadas de LED e distribuição modular.

Figura 2 - Contexto urbano da implantação (a) e localização dos edifícios 1 (b) e 2 (c)



Fonte: adaptada de Google Maps (2022).

Figura 3 - Fachadas e estações de trabalho individuais dos edifícios 1 (a) e (b) e 2 (c) e (d)



Quadro 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
1	Leste	das 6h às 12h	66% (leste)	19/08/2016 a 20/09/2016 08:00h às 17:25h
2	Norte e Sul	Norte das 6h às 14h Sul das 15h às 18h	60% (norte e sul)	05/03/2018 a 20/03/2018 8h50 às 16h45

Nota: *durante período da pesquisa em campo.

Ocupantes dos edifícios

A pesquisa em campo envolveu medições da iluminância e mesma quantidade de questionários respondidos pelos ocupantes das respectivas estações individuais de trabalho: no edifício 1, com participação voluntária de 136 trabalhadores; e, no edifício 2, com participação voluntária de 86 trabalhadores. Sobre a população participante do estudo, têm-se 60,73% do gênero masculino e 39,27% do gênero feminino (Tabela 3). A faixa etária predominante dos ocupantes é de 30 a 39 anos (41,10%), seguida da faixa etária de 50 a 59 anos (18,72%). As funções laborais desempenhadas nas duas edificações caracterizam-se por atividades com uso prioritário do computador em jornada de 8 horas diárias, sendo mais frequente das 8h às 18h.

Proximidade às janelas

A partir das observações *in loco*, foi registrado que apenas uma parcela das estações de trabalho situava-se adjacente às janelas. Utilizando a categorização baseada na proximidade das mesas individuais às esquadrias dos edifícios, relatada no tópico Método (Figura 4), foi identificado que no edifício 1 (N = 136) 38,24% dos ocupantes estavam localizados em estações de trabalho contíguas às janelas, enquanto 61,76% ocupavam estações na porção mais central do pavimento; e, no edifício 2 (N = 83), enquanto 18,07% dos entrevistados ocupavam estações próximas às janelas, 81,93% ocupavam estações mais afastadas. Considerando o conjunto de dados, o total de 28,97% das estações de trabalho situava-se ‘próximo à janela – PJ’ e 71,03% ‘afastado da janela – AJ’.

Sistemas de elementos internos de sombreamento

Nas duas edificações, o sombreamento é feito através de elementos internos devido à impossibilidade de realizar alterações na fachada original e acrescentar elementos de proteção externos. 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, ainda que se trate de dispositivos periodicamente alterados.

O edifício 1 adota 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 (Figura 5a), em que o mais próximo ao piso tem mobiliário à sua frente, obstruindo a entrada de luz. Nesses elementos de sombreamento, foram identificadas três opções de abertura: ‘aberta’, ‘parcialmente aberta’ e ‘fechada’ (Figura 5b).

Tabela 3 - Perfil dos participantes

Gênero (N = 219)		Idade (N = 213)				
Masculino	Feminino	< 29	30-39	40-49	50-59	> 60
60,73%	39,27%	12,33%	41,10%	13,70%	18,72%	11,42%

Figura 4 - Pavimento padrão com indicação das estações de trabalho classificadas como ‘PJ’ e ‘AJ’ no edifício 1 (a) e no edifício 2 (b)

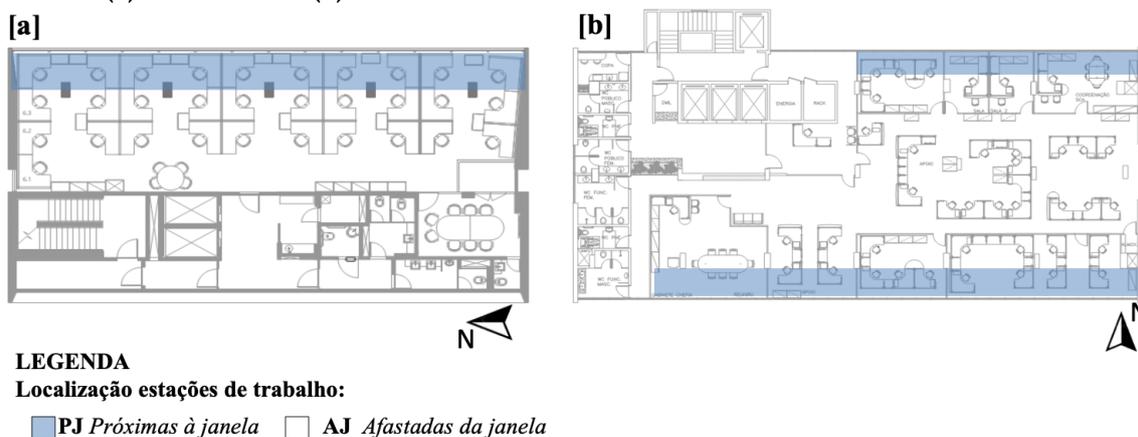
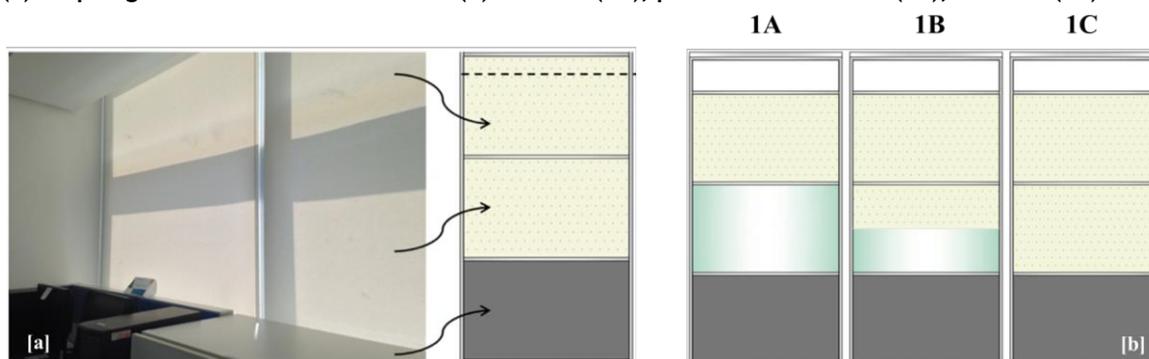


Figura 5 - Edifício 1: imagem e esquema gráfico dos sistemas de elementos internos de sombreamento (a) e tipologias de abertura das cortinas (b) - aberta (1A), parcialmente aberta (1B), fechada (1C)



No edifício 2, os elementos internos de sombreamento são 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 6a). No edifício 2, considerou-se a abertura em ângulo (característica das persianas verticais), sendo identificadas cinco opções: ‘fechada’, ‘parcialmente fechada’, ‘aberta’, ‘parcialmente aberta 90°’ e ‘aberta 90°’.

Iluminância no plano de trabalho

A pesquisa em campo resultou no registro da iluminância incidente em 219 postos de trabalho, com respectiva opinião do ocupante sobre o conforto visual. A Tabela 4 e a Figura 7 sintetizam os valores obtidos nas medições individuais, enfatizando as diferenças observadas nas condições internas de iluminância em cada edificação em razão da orientação de suas fachadas envidraçadas. Na distribuição do conjunto de valores obtidos no edifício 1 (Figura 7a), o intervalo de maior ocorrência de iluminância se encontra entre 750 lux e 1.000 lux, com média em 795,31 lux. No edifício 2, há predominância de registros na faixa de 500 lux, com valor médio em 564,95 lux (Figura 7b), condição compatível com o limite de iluminância indicado para atividades laborais (ABNT, 2013). Considerando o conjunto de dados das edificações, obteve-se a média de 708 lux, porém os valores de iluminância mostraram grande amplitude, variando de 6,77 lux a 2.620,4 lux.

Ao analisar a iluminância incidente nas estações de trabalho em relação à categorização da distância da fachada envidraçada, os resultados confirmam uma relação positiva, de intensidade fraca ($R = 0,0895$), demonstrando que a maior proximidade da janela implica os maiores níveis de iluminância: enquanto o valor médio de iluminância nas estações de trabalho mais afastadas (AJ) foi de 635,37 lux, as estações de trabalho próximas às janelas (PJ) obtiveram a iluminância média de 872,78 lux (Figuras 8a e 8b). A proximidade da janela vincula-se também aos índices mais elevados de iluminância, atingindo 2.620,40 lux.

Os resultados evidenciam ainda a influência das diferentes estratégias arquitetônicas adotadas entre os edifícios, como a orientação da fachada envidraçada (norte/sul e leste), ainda que a adoção dos elementos internos de sombreamento e do sistema de iluminação artificial procure controlar a luminosidade nos ambientes internos. 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), a grande amplitude dos índices de iluminância obtidos demonstra a dificuldade em atingir essa uniformidade, mesmo em ambientes internos controlados. Esse fato assemelha-se ao estudo de campo conduzido no Irã (FAKHARI; FAYAZ; ASADI, 2021), cuja iluminância no plano de trabalho oscilou entre 77 lux e 1.298 lux no verão.

Percepção do conforto visual

Qualidade da luz incidente no plano de trabalho e da iluminação natural

Em relação aos votos sobre a 'luz incidente no plano de trabalho' resultante do sistema de iluminação natural e artificial no ambiente interno, no edifício 1, cujos registros de iluminância prevaleceram entre 750 lux e 1.000 lux, os votos relacionados à satisfação (votos 1, 2 e 3) somam 64,71%, enquanto os votos alusivos à insatisfação (votos -1, -2 e -3) atingiram 30,15% dos trabalhadores. No edifício 2, cuja faixa de iluminância mais recorrente ficou em torno dos 500 lux, a satisfação foi maior, atingindo 82,72% dos trabalhadores,

enquanto a insatisfação foi menor, mencionada por 11,11% dos trabalhadores, inexistindo relato 'muito insatisfatória' (Figura 9a).

Figura 6 - Edifício 2: imagem e esquema gráfico dos sistemas de elementos internos de sombreamento (a) e tipologias de abertura das persianas (b) - fechada (2A), parcialmente aberta (2B), aberta (2C), parcialmente aberta 90° (2D), aberta 90° (2E)

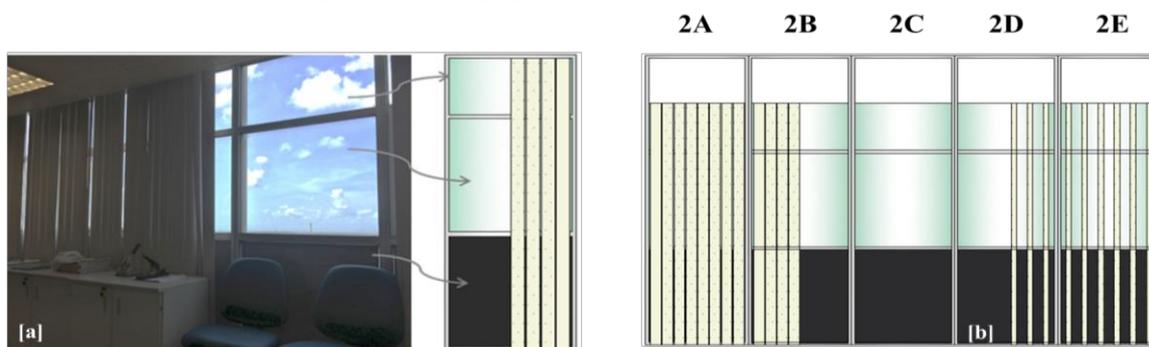


Figura 7 - Histograma de distribuição e boxplot dos resultados da iluminância interna na altura do plano de trabalho no edifício 1 (a) e no edifício 2 (b)

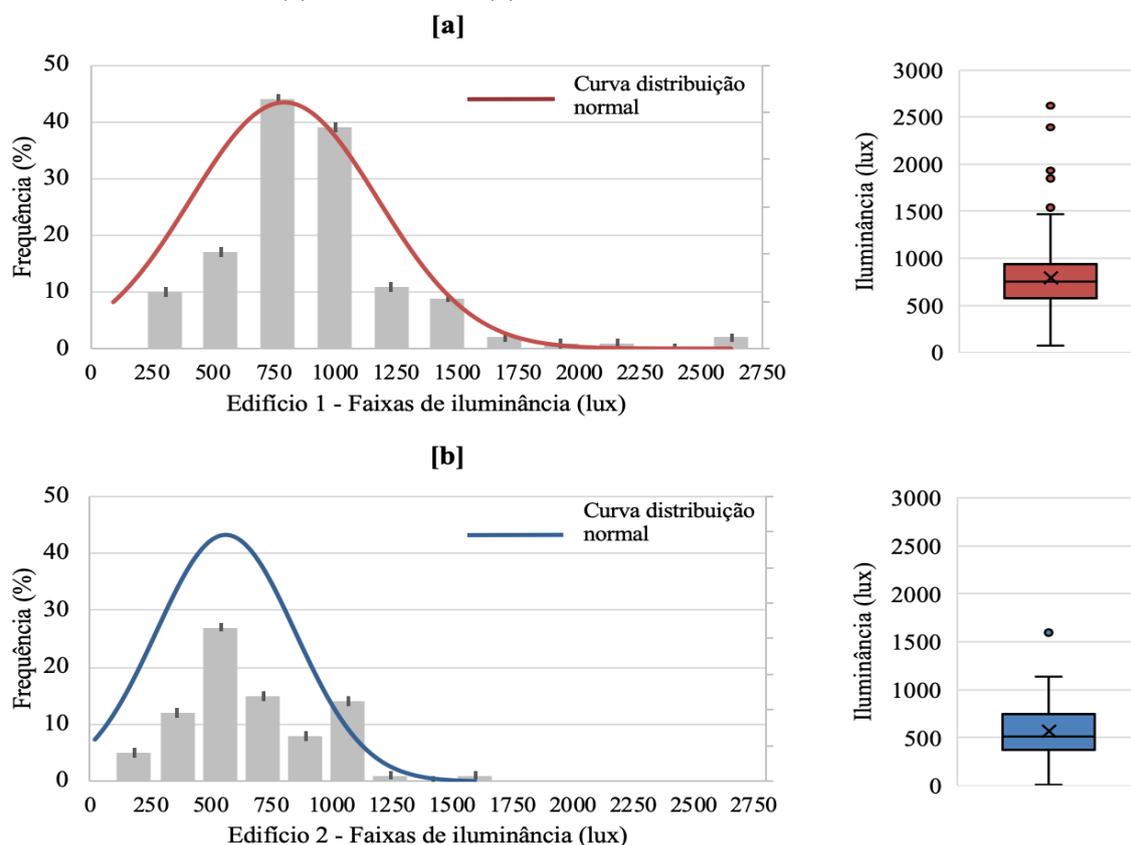
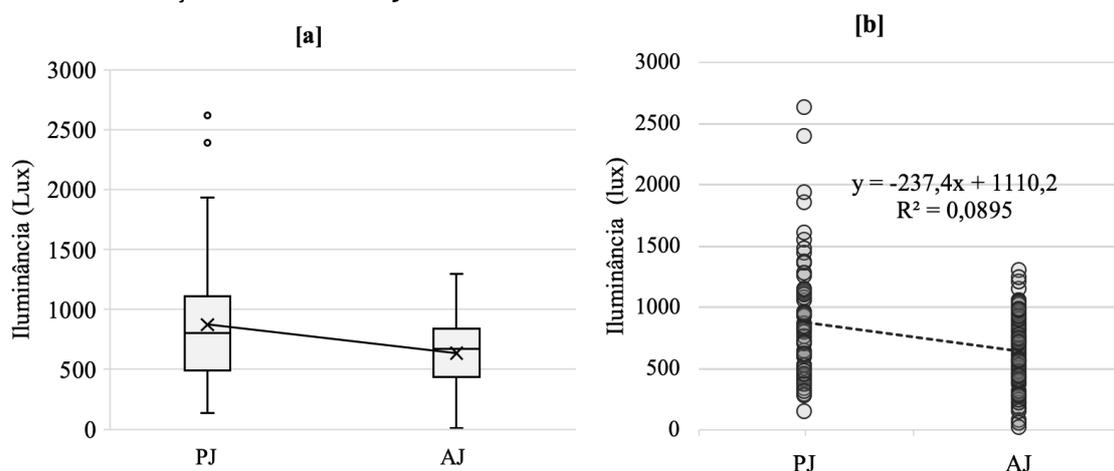


Tabela 4 - Resumo dos registros de iluminância na altura do plano de trabalho (lux)

	Ed. 1 (n = 136)	Ed. 2 (n = 83)	TOTAL (n = 219)
Mínimo	71,20	6,77	6,77
Máximo	2.620,40	1.596,6	2.620,40
Média	795,31	564,95	708,00
Desvio Padrão	382,48	287,96	366,51

Figura 8 - *Boxplot* (a) e gráfico de dispersão (b) dos registros de iluminância na altura do plano de trabalho em relação à distância das janelas



LEGENDA:

PJ: Próximo à janela (N=62)

AJ: Afastado da janela (N=152)

Quando se trata exclusivamente da opinião sobre a 'iluminação natural', os resultados refletem maior rejeição pelos trabalhadores, em comparação com a iluminação incidente no plano de trabalho. No edifício 1, os votos de satisfação caíram de 64,71% para 46,32% e os votos de insatisfação elevaram-se de 30,15% para 45,58%. No edifício 2, os votos de satisfação caíram de 82,72% para 33,09% e os votos de insatisfação se mantiveram na casa dos 11% (Figura 9c).

Ao analisar a relação da opinião dos usuários com os níveis de iluminância (Figura 10a), é possível afirmar que existe maior tolerância aos níveis mais elevados de iluminância quando o sistema de iluminação artificial é considerado e menor tolerância quando se trata exclusivamente da luz natural: enquanto os votos de insatisfação com a 'luz incidente no plano de trabalho' (votos -1, -2 e -3) ocorreram sob condições medianas entre 737,90 lux e 860,85 lux, os votos que apontam para a insatisfação com a 'iluminação natural' (votos 1, 2 e 3) ocorreram sob medianas entre 708,50 lux e 787,10 lux. Os valores medianos da iluminância entre 580,60 lux e 712,04 lux corresponderam ao intervalo de votos relacionados à satisfação, tanto da luz incidente no plano de trabalho quanto da luz natural.

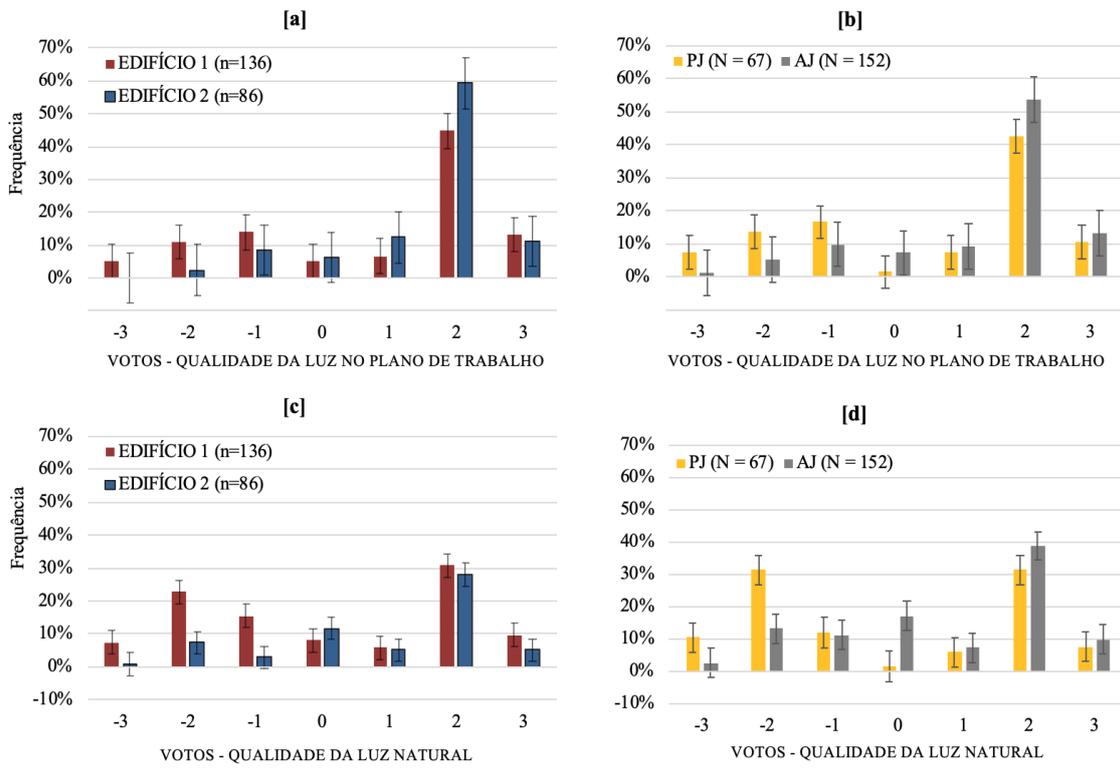
A influência das janelas na percepção visual

A proximidade da estação de trabalho à janela – e consequentemente a exposição a maiores níveis de iluminação natural – foi condição que ocasionou mais relatos de insatisfação do ocupante (votos -1, -2 e -3) em comparação com o relato daqueles situados mais distantes das janelas, tanto nos votos sobre a iluminação no plano de trabalho (PJ = 37,89% e AJ = 16,55%) quanto nos votos sobre a luz natural (PJ = 53,73% e AJ = 26,97%), conforme demonstrado na Figura 9b e 9d. Os resultados evidenciam, ainda, tendência a uma maior insatisfação com a luz natural, principalmente entre os trabalhadores situados próximos às esquadrias, em comparação com a percepção da iluminação incidente no plano de trabalho (Figura 10b).

Ao se correlacionar o horário da realização da medição com os votos sobre a qualidade da luz natural, observa-se no edifício 1 (Figura 11a), cujas esquadrias são voltadas para o leste, a tendência de os votos de satisfação com a iluminação natural ocorrerem no período da tarde ($R = 0,0475$), uma vez que a incidência direta da luz natural ocorre no turno da manhã. No edifício 2 (Figura 11b), cujas esquadrias são voltadas para o norte/sul, foi observada uma tendência de os votos de satisfação ocorrerem no período da manhã ($R = 0,0124$).

Enquanto estudos conduzidos nos EUA e no 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 do estudo demonstram que as janelas podem desencadear elevada insatisfação com a luz natural, quando permitem uma incidência excessiva de luz solar.

Figura 9 - 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) e qualidade da luz natural em relação à proximidade da janela (d)



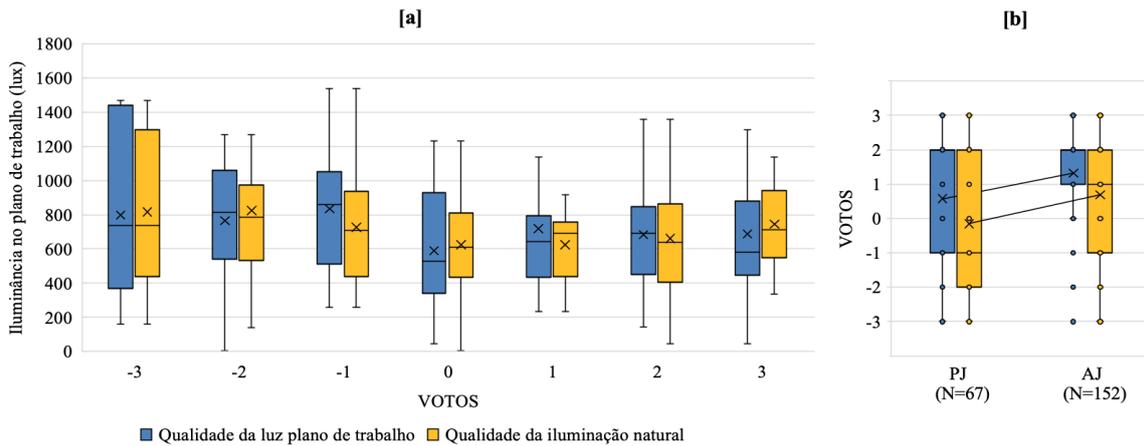
LEGENDA

Votos:

-3 Muito insatisfatória -2 Insatisfatória -1 Um pouco insatisfatória 0 Neutro 1 Um pouco satisfatória 2 Satisfatória 3 Muito satisfatória

Localização estações de trabalho: PJ Próxima à janela AJ Afastada da janela

Figura 10 - Boxplot dos votos em relação à iluminância no plano de trabalho (a) e à proximidade da janela (b)

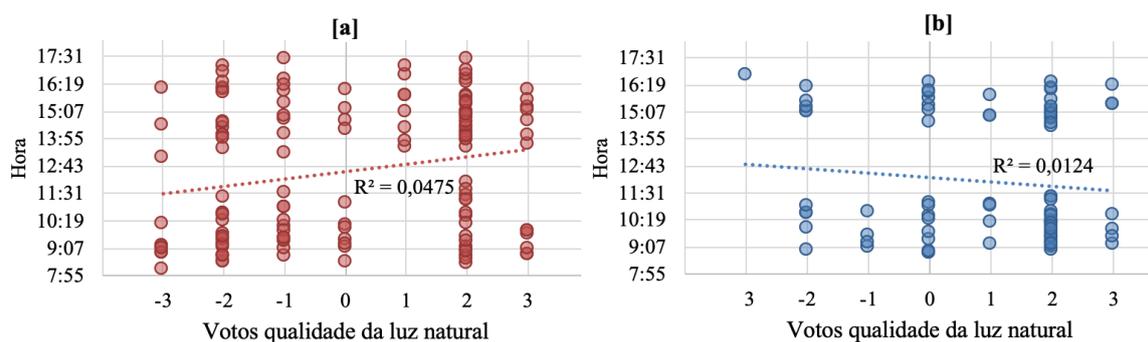


LEGENDA

Votos: -3 Muito insatisfatória -2 Insatisfatória -1 Um pouco insatisfatória 0 Neutro 1 Um pouco satisfatória 2 Satisfatória 3 Muito satisfatória

Localização estações de trabalho: PJ Próxima à janela AJ Afastada da janela

Figura 11 - Gráficos de dispersão dos votos sobre a luz natural em função do horário de medição nos edifícios 1 (a) e 2 (b)



LEGENDA VOTOS:

-3 Muito insatisfatória -2 Insatisfatória -1 Um pouco insatisfatória

0 Neutro

3 Muito satisfatória 2 Satisfatória 1 Um pouco satisfatória

Acionamento de cortinas e persianas

A maioria dos trabalhadores do estudo (62,39%) afirmou que não aciona os elementos internos de sombreamento, seja por não possuir a oportunidade ou o acesso aos dispositivos, seja por não desejar fazê-lo (Figura 12a). A ação, na frequência diária ('sempre'), foi relatada por 22,94% dos trabalhadores – resultado compatível com a quantidade de trabalhadores cuja estação de trabalho situa-se próxima à esquadria (28,97%). Ao relacionar essa proximidade com a ação de manusear cortinas e persianas, é evidenciado que os trabalhadores mais próximos às fachadas envidraçadas utilizaram mais esse recurso (Pearson = 0,2532/R = 0,0641): PJ com terceiro quartil na frequência diária (D2) e AJ com terceiro quartil na frequência mensal (M1) (Figura 12b).

A maior frequência no acionamento dos elementos de sombreamento apresentou correlação positiva com os maiores níveis de iluminância (Pearson = 0,3068/R = 0,1005), conforme Figura 12d. Enquanto os valores de iluminância média entre 633 lux e 717 lux corresponderam ao não acionamento (N) ou à frequência rara (M1 + M2) e pouca (S1 + S2), o manuseio diário dos 'sempre' (D1 + D2) correspondeu à iluminância média de 926,41 lux.

Os resultados evidenciam que o acesso facilitado aos dispositivos de controle no ambiente é preponderante ao acionamento/manuseio pelos usuários do ambiente e vai 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. Dessa forma, Hara e Pereira (2020) evidenciaram que a percepção da iluminação natural como "muito clara" relacionada à entrada da radiação solar resultou no fechamento das persianas pelo usuário.

A Tabela 5 e a Figura 13 sintetizam os percentuais de abertura das cortinas e das persianas registrados durante a pesquisa em campo. Os resultados demonstram que a maior parte dos dispositivos de proteção interna permaneceu totalmente fechada e a ocorrência de um baixo percentual de abertura em ambas as edificações é 12,62% na fachada leste do edifício 1 (Figura 13a) e 7,36% e 16,6% nas fachadas sul e norte do edifício 2, respectivamente (Figuras 13b e 13c). O fato de o percentual de abertura ser inferior ao percentual de trabalhadores que afirmaram adotar com frequência o ajuste do dispositivo (22,94%, conforme a Figura 12a) sugere a preferência pela obstrução da incidência da iluminação natural direta e uma tendência em manter os dispositivos internos fechados. Sobre esse fato, adicionalmente, foi observada em algumas estações de trabalho contíguas às janelas no edifício 1 (em que as telas solares não bloqueiam totalmente a luz natural) a criação de mecanismos próprios e adicionais de proteção, por meio da utilização de placas de isopor e guarda-chuvas, por trabalhadores em desconforto visual excessivo a fim de melhorar a condição pessoal (Figura 14). Situações similares com dispositivos de proteção alternativos adicionais foram reportadas em estudos conduzidos por Konis (2013) e O'Brien e Gunay (2014).

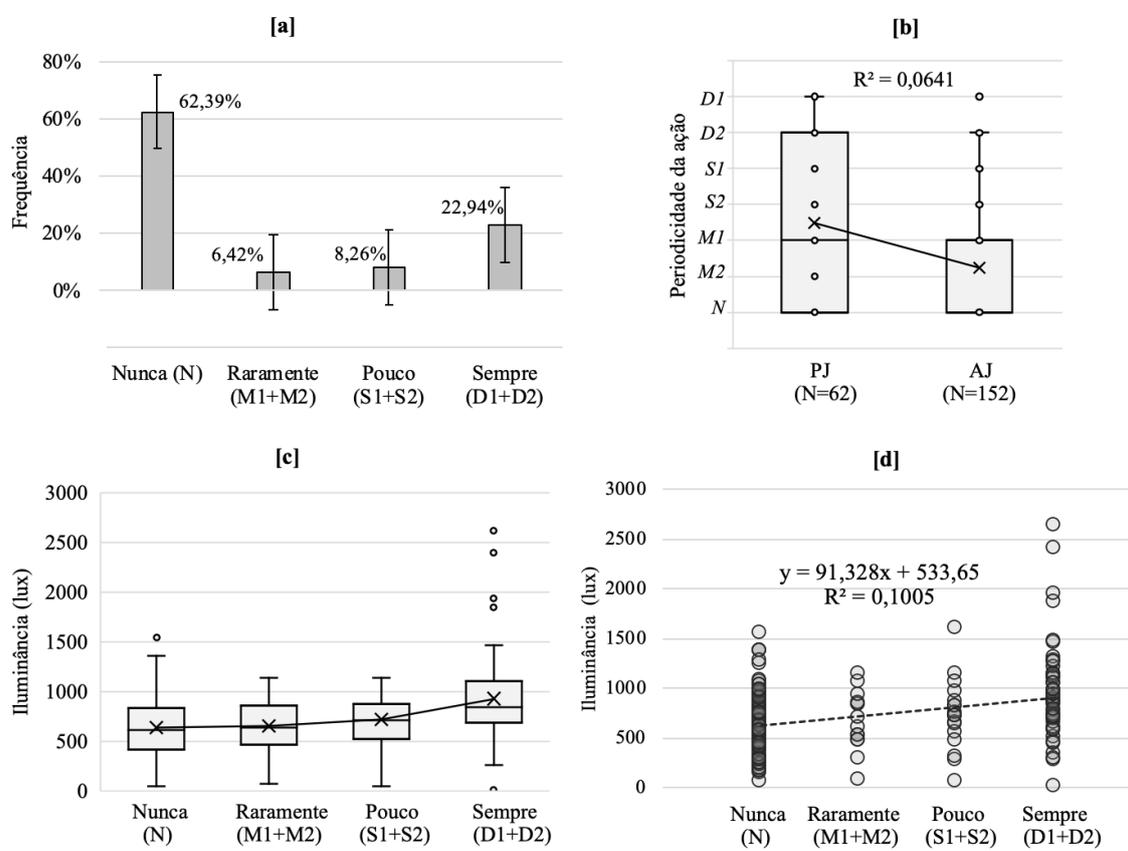
Conclusão

Este estudo analisou a influência das janelas e da iluminação natural na percepção visual de trabalhadores e a interação desses com dispositivos de proteção solar interna (cortinas e persianas) em ambientes de escritórios. No estudo de campo, conduzido em duas edificações na cidade de João Pessoa-PB, foi registrada

a iluminância em 219 estações individuais de trabalho, com aplicação de questionário aos respectivos ocupantes.

As medições de iluminância na altura do plano de trabalho variaram de 6,77 lux a 2.620,4 lux, demonstrando a dificuldade em atingir condições de iluminância homogêneas no ambiente interno, mesmo em espaços padronizados e controlados. No edifício 1, que possui sua fachada envidraçada voltada para a orientação leste, a faixa de iluminância mais recorrente foi de 750 lux a 1.000 lux, resultando na satisfação com a qualidade da luz incidente no plano de trabalho para 64,71% dos trabalhadores e na insatisfação para 30,15% deles. No edifício 2, cujas esquadrias são voltadas para as fachadas norte e sul, a faixa predominante de iluminância ficou em torno de 500 lux, resultando em votos alusivos à satisfação para 82,72% e à insatisfação para 11,11% dos trabalhadores. Iluminância entre 580,60 lux e 712,04 lux (medianas) correspondeu ao intervalo com a maior satisfação, tanto sobre a luz incidente no plano de trabalho quanto sobre a luz natural.

Figura 12 - Histograma da frequência da ação ‘acionamento de cortinas/persianas’ (a), *boxplot* das frequências da ação em relação à proximidade das janelas (b) e *boxplot* e gráfico de dispersão dos níveis de iluminância em relação à periodicidade do acionamento de cortinas/persianas (c) e (d)



LEGENDA

Periodicidade manuseio elementos internos de proteção:

Nunca (N): Não adota / Não é opção
 Pouco (S1): 1x/2x por semana
 Raramente (M1+M2): 1x /2x por mês
 Sempre (D1+D2): 1x/várias vezes por dia

Localização estações de trabalho:

PJ: Próxima à janela
 AJ: Afastada da janela

Tabela 5 - 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 13 - Esquema gráfico do percentual de abertura de cortinas e persianas, por pavimentos, no edifício 1 - fachada leste (a), no edifício 2 - fachada sul (b) e no edifício 2 - fachada norte (c)

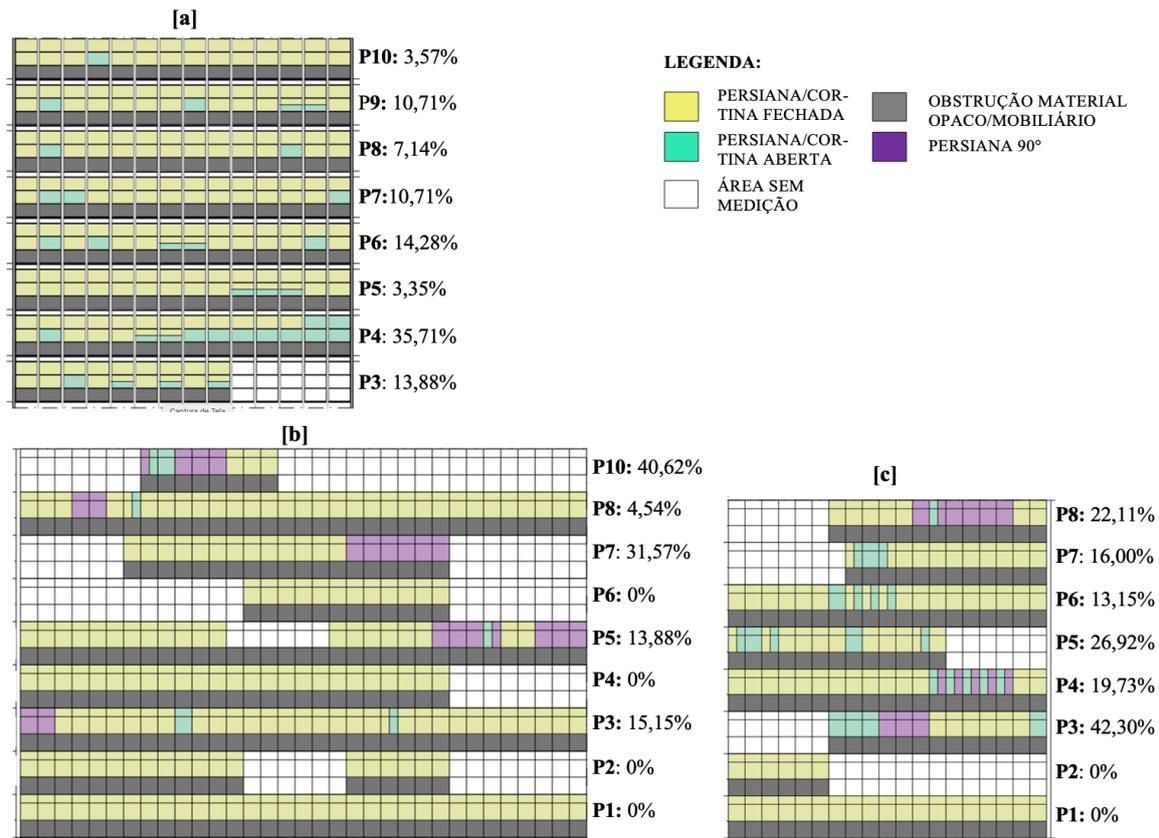


Figura 14 - Proteções adicionais observadas no edifício 1: anteparos adaptados pelos usuários com placas de isopor e guarda-chuva



Ainda que o ambiente em uso e em operação durante a pesquisa em campo não permitisse a distinção total dos sistemas de iluminação natural e artificial, os resultados demonstraram que a percepção dos usuários sobre a luz natural no ambiente foi mais negativa em comparação com a incidência da iluminação artificial e natural juntas no plano de trabalho. Considerando o conjunto de dados das duas edificações, enquanto os votos alusivos à insatisfação com a 'luz incidente no plano de trabalho' foram apontados por 23,04% dos trabalhadores, quando se trata da opinião sobre a 'luz natural no ambiente', a insatisfação aumentou para 35,15%. A diferença é maior quando se trata dos votos alusivos à satisfação, relatada por 52,51% dos usuários no contexto da 'luz natural no ambiente' e por 71,43% dos trabalhadores quando questionados sobre 'luz incidente no plano de trabalho'. Esse resultado sugere que as fontes de iluminação natural e artificial juntas podem ser mais eficazes no conforto visual dos ocupantes do que o uso delas individualmente, como relatado por Fakhari, Fayaz e Asadi (2021).

As janelas mostraram-se relevantes nos resultados sobre a luz incidente no plano de trabalho, na opinião dos trabalhadores, bem como na frequência do manuseio de cortinas e persianas pelos ocupantes dos ambientes analisados. A proximidade à fachada envidraçada apresentou correlação positiva, de intensidade fraca ($R = 0,0895$), com a iluminância incidente no plano de trabalho (iluminância média AJ: 635,37 lux/PJ: 872,78 lux). Os índices mais elevados de iluminância ocorreram exclusivamente em estações PJ (de 1.295,20 lux a 2.620,40 lux). Ao mesmo tempo, essa proximidade ocasionou mais relatos de insatisfação entre ocupantes, em comparação com os posicionados mais distantes das janelas, tanto nos votos sobre a iluminação no plano de trabalho (PJ = 37,89% e AJ = 16,55%) quanto nos votos sobre a luz natural (PJ = 53,73% e AJ = 26,97%). Esses resultados sugerem existir uma associação da insatisfação com a incidência excessiva de luz solar. A tendência ao relato de insatisfação entre ocupantes que responderam ao questionário no período da manhã, com proximidade da fachada envidraçada voltada para a orientação leste, que recebeu maior incidência da luz solar nesse turno, corrobora esse entendimento.

Ao relacionar essa proximidade com a ação de manusear os elementos internos de sombreamento, é evidenciado que os trabalhadores mais próximos às fachadas envidraçadas utilizaram mais esse recurso. 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 acesso facilitado aos controles dos sistemas da edificação. Esse resultado vai ao encontro de Leaman e Bordass (2010), ao afirmarem que nem todos os usuários demonstram disposição em procurar e acionar os ajustes disponíveis no espaço ocupado. Quando correlacionada aos níveis de iluminância, observa-se que a maior frequência no acionamento dos elementos de sombreamento apresentou correlação positiva com níveis de iluminância elevados. Ao mesmo tempo, durante a pesquisa foi registrado baixo percentual de cortinas e persianas abertas (12,62%, 7,36% e 16,6% nas fachadas leste, sul e norte, respectivamente), indicando uma tendência à preferência pela obstrução da incidência da iluminação natural direta no ambiente interno.

No geral, foi possível observar evidências que apontam para impactos significativos na percepção visual dos usuários relacionadas à orientação e à proximidade do posto de trabalho em relação às janelas. A luz solar que entra através das aberturas mostrou-se a principal fonte de insatisfação entre trabalhadores em determinados horários do dia, assim como o excesso de luz influenciou negativamente a percepção dos entrevistados, podendo explicar a frequência de fechamento dos elementos internos de sombreamento (EIS), assim como a tendência à preferência pelo uso da luz artificial em conjunto com a fonte de luz natural. Para a amostra do estudo realizado, essa proximidade da esquadria (desejada em outras localidades) pode estar relacionada a aspectos negativos, especialmente quando associada com a fachada com orientação leste desprovida de proteção solar externa.

Os resultados obtidos neste estudo aplicam-se a situações de ocupação específica; no entanto, apontam para a necessidade de mais estudos relativos à relação entre os usuários e os sistemas da edificação, a citar, os elementos internos de sombreamento. Esse tipo de avaliação pode auxiliar no desenvolvimento de sistemas automatizados cada vez mais alinhados às necessidades dos usuários e às situações reais de edifícios em uso e em operação.

Referências

- AL HERR, Y. *et al.* Occupant productivity and office indoor environment quality: a review of the literature. **Building and Environment**, v. 105, p. 369-389, 2016.
- AL-ASHWAL, N. T.; BUDAIWI, I. 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, M. B. C. **Human lighting demands: healthy lighting in an office environment**. Eindhoven, 2005. 159 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Faculty of Architecture, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 2005.
- ARIES, M. B. C.; VEITCH, J. A.; NEWSHAM, G. R. Windows, view, and office characteristics predict physical and psychological discomfort. **Journal of Environmental Psychology**, v. 30, n. 4, p. 533-541, 2010.
- 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, 2005b.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: desempenho térmico de edificações: parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8995-1**: iluminação de ambientes de trabalho: parte 1: interior. Rio de Janeiro, 2013.
- BAVARESCO, M. V.; GHISI, E. Influence of user interaction with internal blinds on the energy efficiency of office buildings. **Energy and Buildings**, v. 166, p. 538-549, 2018.
- BAVARESCO, M. V.; GHISI, E. Monitoramento e modelagem da operação de elementos internos de sombreamento em escritórios: uma revisão de literatura. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 315-334, nov. 2020.
- CHOI, J.; BELTRAN, L. O.; KIM, H. 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.
- CHOZ, J.; LOFTENESS, V.; AZIS, A. Post occupancy evaluation of 20 office buildings as basis for future IEQ standards and guide lines. **Energy and Buildings**, v. 46, p. 167-175, 2012.
- CIAPPINA, J. C. P.; URBANO, M. R.; GIGLIO, T. G. F. Determinação de padrões comportamentais na operação dos sistemas de iluminação e climatização em edifícios comerciais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 71-94, nov. 2021.
- DAY, J. 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.; TORCELLINI, P. **A literature review of the effects of natural light on building occupants**. Golden: National Renewable Energy Laboratory, 2002.
- ERELL, E.; KAFTAN, E.; GARB, Y. Daylighting for visual comfort and energy conservation in offices in sunny regions. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE CONFERENCE, Ahmedabad, 2014. **Proceedings [...]** Ahmedabad, 2014.
- FAKHARI, M.; FAYAZ, R.; ASADI, S. Lighting preferences in office spaces concerning the indoor thermal environment. **Frontiers of Architectural Research**, v. 10, n. 3, p. 639-651, 2021.
- GOOGLE MAPS. [Mapa]. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- HARA, A. H.; PEREIRA, F. O. R. O acionamento das lâmpadas e das persianas em função da percepção da iluminação na entrada da sala. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 41-58, out. 2020.
- HOPKISON, R. G.; PETHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. **Iluminação natural**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1975.
- HUA, Y.; OSWALD, A.; YANG, X. Effectiveness of daylighting design and occupant visual satisfaction in a LEED gold laboratory building. **Building and Environment**, v. 46, p. 54-64, 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Normais climatológicas do Brasil**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 26 abr. 2022.
- 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)**. Brasília, 2010.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Divisão de satélites e sistemas ambientais**. São José dos Campos, 2018. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/radiacao/>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- KLINE, R. B. **Principles and practice of structural equation modeling**. 3th. ed. New York: The Guilford Press, 2011.
- KONIS, K. 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, M. *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, A.; BORDASS, B. Productivity in buildings: the ‘killer’ variables. **Building Research and Information**, v. 1, p. 4-19, 2010.

- LI, D. H. W.; LAM, J. C. Evaluation of lighting performance in office buildings with daylighting controls. **Energy and Buildings**, v. 33, p. 693-803, 2001.
- LIU, X. *et al.* Illumination distribution and daylight glare evaluation within different windows for comfortable lighting. **Results in Optics**, v. 3, 2021.
- O'BRIEN, W.; GUNAY, H. B. 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.
- PARAÍBA. **Decreto n.º 25.138**, de 28 de junho de 2004. Homologa a Deliberação n.º 05/2004, do Conselho de Proteção dos Bens Históricos Culturais – CONPEC, Órgão de Orientação Superior do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado da Paraíba – IPHAEP, aprova o Tombamento do Centro Histórico Inicial da Cidade de João Pessoa, deste Estado, e dá outras providências. João Pessoa, 28 de junho de 2004.
- PARAÍBA. **Decreto n.º 7.819**, de 24 de outubro de 1978, que dispõe sobre o Cadastramento e Tombamento dos bens culturais, artísticos e históricos no Estado da Paraíba e dá outras providências. João Pessoa, 24 de outubro de 1978.
- REDE DE METEOROLOGIA DO COMANDO DA AERONÁUTICA. **Consulta de mensagens meteorológicas**. Disponível em: <https://www.redemet.aer.mil.br/>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- VEITCH, J. A. Workplace design contributions to mental health and well-being. **Healthcare Papers**, v. 11, n. special issue, p. 38-46, 2011.
- VEITCH, J. A.; GEERTZ, J. Satisfaction with lighting in open-plan offices: COPE field findings. In: LUX EUROPA, Berlin, 2005. **Proceedings [...]** Berlin, 2005.
- WONG, L. T.; MUI, K. W.; TSANG, T. W. An open acceptance model for indoor environmental quality (IEQ). **Building and Environment**, v. 142, p. 371-378, 2018.
- YEOM, S. *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, 2020.
- YOSHINO, H.; HONG, T.; NORD, N. IEA EBC annex 53: total energy use in buildings. **Analysis and evaluation methods. Energy and Buildings**, v. 152, p. 124-136, 2017.

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.

Amanda Vieira Pessoa Lima

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental | Universidade Federal da Paraíba | Via expressa Padre Zé, 643-923, Castelo Branco | João Pessoa - PB - Brasil | CEP 58050-585 | Tel.: (83) 3236-7115 | E-mail: amanda.vieira@academico.ufpb.br

Lumy Noda

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo | Universidade Federal da Paraíba | E-mail: barbara.lumy@academico.ufpb.br

Jullyanne Ferreira de Souza

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo | Universidade Federal da Paraíba | E-mail: jullyannefe@gmail.com

Solange Maria Leder

Departamento de Arquitetura e Urbanismo | Universidade Federal da Paraíba | E-mail: solange.leder@academico.ufpb.br

Ambiente Construído

Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro

Porto Alegre - RS - Brasil

CEP 90035-190

Telefone: +55 (51) 3308-4084

www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido

www.scielo.br/ac

E-mail: ambienteconstruido@ufrgs.br



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.