XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

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

Variação na percepção visual sob vidros cinza e verde

Variation in visual perception under gray and green colored glazing

Ticiana Weiss Trento
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná | Curitiba | Brasil | ticiana@alunos.utfpr.edu.br
Solange Leder
Programas de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo e em Engenharia Urbana e Ambiental | João Pessoa | Brasil| solangeleder@yahoo.com.br
Eduardo Krüger
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná | Curitiba | Brasil | ekruger@utfpr.edu.br

Resumo

A vegetação modifica as características físicas da luz natural, incluindo sua distribuição espectral. Esta pesquisa procura estabelecer a relação entre a percepção visual e iluminação natural modificada por dois tipos de vidro – o de referência, cinza, TL 45%, e outro verde, TL 53%, como substituto para o efeito da vegetação. Em um ambiente semi-controlado em Israel, testou-se o seu efeito sobre variáveis subjetivas de 29 participantes voluntários, sob condições experimentais. Aplicou-se um questionário de situações de luz, e mediu-se iluminância horizontal e vertical. Os resultados sugerem que ambas as métricas são insuficientes para explicar a experiência visual dos participantes.

Palavras-chave: Iluminação natural. Percepção visual. Iluminância. Correlação de Spearman. ANOVA de medidas repetidas.

Abstract

Vegetation changes the physical features of daylight, including its spectral distribution. This study aims to establish the relationship between visual perception and the modified daylight resulting from two types of glazing – the reference one, gray, VLT 45%, and a green one, VLT 53%, as a proxy for the effect of vegetation. In a semi-controlled room in Israel, their influence was tested on subjective variables of 29 volunteers under experimental conditions. The participants responded to a survey on light conditions, and horizontal and vertical illuminance were measured. Results suggest that both metrics are insufficient to describe participants' visual experience.

TRENTO, T.W; LEDER, S.; KRÜGER, E. Variação na percepção visual sob vidros cinza e verde. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. XXX-XXX.

Keywords: Daylight. Visual perception. Illuminance. Spearman correlation. Repeated measures ANOVA.

INTRODUÇÃO

Apesar da experiência visual ser parte do mecanismo formador de imagens, que impacta no funcionamento psicológico em conjunto com o desempenho e o conforto visual [1], essa pode ser influenciada pelas vistas externas [2] a ponto de ser difícil separar os efeitos da luz natural daqueles causados pelas vistas de janelas verticais [3][4]. Heschong [5] afirma ainda que estas podem proporcionar dez vezes mais estímulos circadianos que o ambiente naturalmente iluminado desprovido de vistas.

A vegetação, por exemplo, é um elemento que pode influenciar a percepção da luz, dependendo da sua posição e tipo. Não somente a quantidade de luz que passa pelas folhas e galhos de uma árvore se altera, mas também sua distribuição espectral [6], interferindo nas cores que atingem os olhos humanos. E dado que muitos estudos apontam para benefícios fisiológicos e psicológicos de vistas com vegetação [7][8][9], pode-se perguntar se a faixa verde do espectro luminoso poderia ter efeito em tais benefícios. E ainda, se vidros verdes teriam impacto similar na percepção subjetiva na ausência de vegetação no campo visual.

O presente artigo apresenta o resultado de um estudo piloto como parte de uma pesquisa sobre a relação de variáveis relacionadas à luz natural e vistas com a percepção de voluntários. Objetivou-se identificar se os ocupantes (n=29) de um ambiente controlado termicamente e modificado somente pelos vidros da janela (cinza e verde) apresentariam diferentes opiniões sobre tais temas e quais variáveis ou fatores estariam relacionados a essas discrepâncias.

MATERIAIS E MÉTODOS

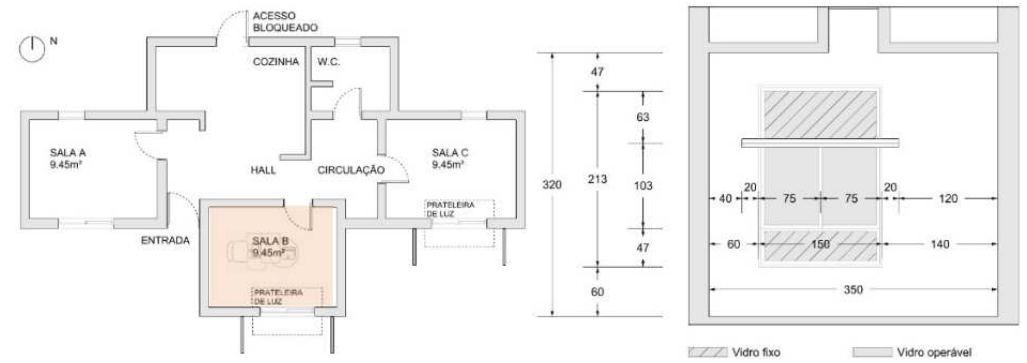
Este é um estudo quase-experimental com análise descritiva e correlacional, estruturado da seguinte forma:

a) Descrição do ambiente de teste;
b) Descrição das variáveis objetivas e do equipamento utilizado;
c) Protocolo das sessões;
d) Caracterização da amostra, definição das variáveis subjetivas e ferramentas de mensuração;
e) Resultados e discussão.

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTES DE TESTE E CONFIGURAÇÕES PADRÃO

O estudo piloto foi realizado de maneira semi-controlada em uma instalação localizada em Sede Boqer, Israel (30°51’8”N 34°47’0”E), pertencente à Ben Gurion University of the Negev (BGU). Possui três salas, um *hall*, uma cozinha e um banheiro (Figura 1, à esquerda).

Figura 1: instalação de teste: planta com a localização da sala B (à esquerda acima); vista interna da janela, com identificação da porção fixa e operável dos vidros (à direita acima); e vista da fachada sul da instalação (abaixo).





Fonte: imagens acima: os autores; imagem abaixo: [10].

Os testes foram realizados entre julho e agosto de 2020, meses de verão no hemisfério norte, quando há predominância de dias com céu claro. Assim, a probabilidade de nebulosidade e a consequente variação na iluminância externa nos mesmos horários para dias diferentes são reduzidas.

Dois tipos de vidros foram utilizados nas partes operáveis da janela, orientada para a face sul: (a) vidro de referência: sistema duplo com folhas transparentes e película refletiva, com coloração levemente cinza e transmissão luminosa (TL) de 45% [11]; e (b) vidro verde: duplo, de cor verde em contato com o exterior, com TL de 53%. Embora não tenha sido assunto explorado neste trabalho, deu-se em paralelo a medição de dados espectrais dos vidros e exposições ensaiadas. Neste trabalho, o foco é na faixa visível do espectro eletromagnético. Como não era possível trocar ou modificar os vidros das partes fixas da janela, a porção inferior foi bloqueada com uma placa de espuma rígida de poliuretano e a superior foi bloqueada com a persiana externa.

A Figura 2 mostra uma foto com lente tipo olho de peixe a partir do ponto de vista do participante (a 120cm do piso). É possível verificar ausência de vazamentos de luz nas partes bloqueadas da janela e que a vista desprovida de obstruções.

Figura 2: ambiente teste com vista sem obstrução para o exterior.



Fonte: os autores.

Um estudo prévio por simulação computacional foi realizado para assegurar que não haveria probabilidade de ofuscamento para os participantes nem luz do sol penetrando diretamente no ambiente.

Para minimizar a interferência de variações térmicas durante as sessões, a temperatura interna foi controlada com ar condicionado com temperatura de *setpoint* de 26°C. Segundo Tartarini *et al.* [12], esta temperatura resultaria em voto médio predito (PMV) próximo a 0, com vestimenta típica de verão (0,5 clo) para pessoas sentadas (1 met), assumindo-se a temperatura do ar igual à temperatura radiante. As condições climáticas foram registradas hora a hora pela estação meteorológica de Sede Boqer, a 814 metros da instalação de teste.

29 de 32 voluntários completaram duas sessões cada (totalizando 58 sessões) em dois dias diferentes para que não se cansassem e não percebessem a troca de vidros. Para minimizar o impacto da variação da hora do dia no ritmo circadiano de cada participante, ambas as sessões de cada indivíduo ocorreram no mesmo horário (Quadro 1).

Quadro 1: Programação das sessões e condição de céu.

	Julho																		Agosto			
	10	11	12	13	17	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4
Condição de céu	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	PE	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA
Primeira sessão																						
11h		P4	P9	P11						P19*	P20*										P31	
12h		P5	P10		P1*			P18*										P30				
13h				P6					P15*		P22*	P13					P26*					
14h	P2										P14*		P24*	P23	P27							
15h	P3	P8		P7				P16*	P17*		P21*		P25*				P28					
Segunda sessão																						
11h						P4*	P11*						P9*				P19	P20				P31*
12h						P5*					P1		P10*	P6*		P18				P30*		
13h																P15			P13*	P26	P22	
14h					P2*													P14	P27*	P24	P23*	
15h					P3*	P8*	P7*								P16	P17		P21	P28*	P25		

Nota: A numeração corresponde a 32 participantes P12, P29 e P32 não completaram ambas as sessões e foram, portanto, excluídos. CA = céu aberto; PE = parcialmente encoberto/com nuvens; * sessões com vidro verde. Fonte: os autores.

Aos participantes, foi vedada qualquer alteração do ambiente de teste, inclusive do brilho da tela do computador, mantido em nível médio para todas as sessões.

VARIÁVEIS OBJETIVAS MONITORADAS E EQUIPAMENTOS

A iluminância horizontal (E_h, lux) foi monitorada por um espectrômetro LI-COR LI-180 com tempo de registro de 10 segundos. O equipamento foi posicionado em frente ao participante, a aproximadamente 1,5 m da janela e a 85 cm do piso.

A iluminância vertical (E_v, lux) foi registrada por meio de um luxímetro calibrado TEMT 6000, conectado a uma placa Arduino Nano para processamento dos dados, e costurado a uma faixa posicionada na testa dos voluntários. O intervalo de coleta foi de, aproximadamente, 10 segundos. O momento de cada registro foi monitorado por meio de um relógio de tempo real, que registrava em um MicroSD HW125.

A iluminação artificial do ambiente foi mantida desligada.

O albedo não foi considerado, pois os instrumentos utilizados para coleta de dados não possibilitaram sua medição. A pesquisa assumiu que a variação da luz refletida nas superfícies externas ao longo do teste piloto não teria variação significativa que contribuísse para a iluminação incidente nos ambientes de teste, captada pelo fotômetro e pelo luxímetro.

Um termohigrômetro HOBO calibrado (LogBox-RHT-LCD) registrou a temperatura do ar (T_a, C°) e umidade relativa (UR, %) a cada 10 minutos, também a 85 cm do piso.

A Figura 3 mostra a localização dos equipamentos.

Figura 3: localização dos equipamentos no ambiente de teste.



Fonte: os autores.

Eventuais desvios da temperatura base do ar condicionado (26°C) somente podiam ser identificados e corrigidos antes ou após as sessões. A referência para o conforto térmico foi o Índice de Desconforto de Thom (DI), conforme a Equação 1 [13].

$$DI(°C) = T_a - (0{,}55 - 0{,}0055 * UR) * (T_a - 14{,}5) \quad \textbf{Equação 1}$$

A faixa de conforto da versão modificada deste índice tem seu valor superior ampliado de 19,9°C para 22°C (temperatura equivalente ao índice DI adotado). Epstein e Moran [13] classificaram o uso deste índice como muito satisfatório para indivíduos em Israel. Assim, a Tabela 1 mostra que, para o DI, não há desconforto por calor abaixo de 22°C e entre 22°C e 24°C, há calor moderado.

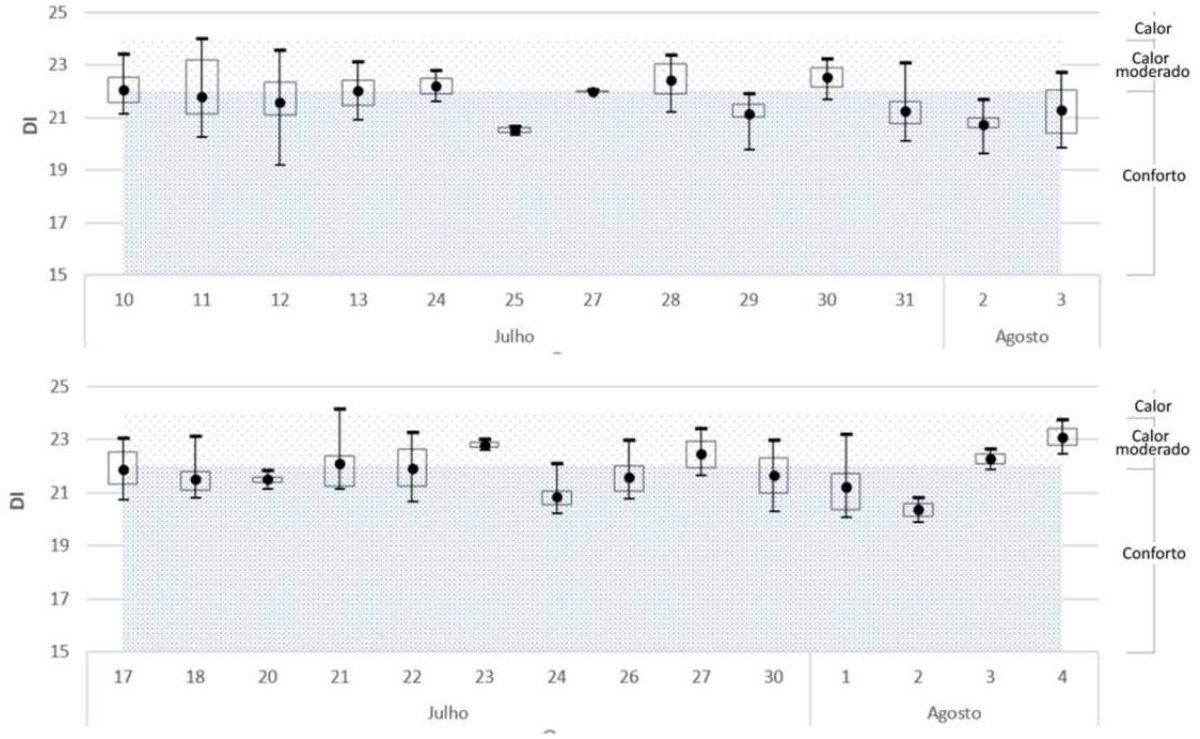
Tabela 1: Classificação para as faixas de DI modificado.

Classificação	Faixas do DI (°C)
Tórrido	DI ≥ 30
Muito quente	28 ≥ DI ≥ 24
Calor moderado	24 ≥ DI ≥ 22
Confortável	22 ≥ DI ≥ 15
Fresco	14,9 ≥ DI ≥ 13
Frio	12,9 ≥ DI ≥ -1,7
Muito frio	-1,8 ≥ DI ≥ -9,9
Extremamente frio	-10 ≥ DI ≥ -19,9
Glacial	-20 ≥ DI ≥ -39,9
Hiperglacial	-40 ≥ DI

Fonte: [14].

O registro da temperatura e da UR possibilitou a verificação de que os indivíduos, segundo o índice DI, foram expostos a condições térmicas de conforto (72% das sessões) ou calor moderado (28%), como mostra a Figura 4.

Figura 4: DI de Thom em (dado °C) para as sessões com vidro de referência (superior) e verde (inferior).



Fonte: os autores.

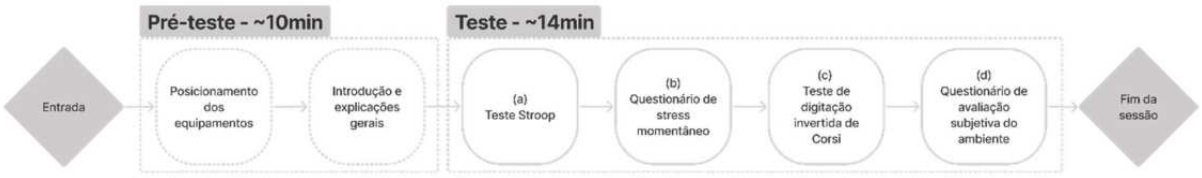
Mantida a sensação térmica controlada para indivíduos adaptados ao clima local, os dados objetivos analisados neste artigo foram os valores médios de E_h medida pelo fotômetro e de iluminância ao nível dos olhos dos ocupantes (E_v).

PROTOCOLO DAS SESSÕES

Apenas um participante ocupava o ambiente de teste por vez. A sessão iniciava depois de aproximadamente 10 minutos para posicionamento dos equipamentos e explicações gerais. Com duração média de 14 minutos, foi dividida em quatro etapas: (a) um teste de atenção (*Stroop*); (b) um questionário sobre o estado momentâneo

de stress; (c) um teste de memória de curto prazo (*Backward Corsi Task*); e (d) um questionário para avaliação do ambiente. Todas as etapas eram realizadas em plataforma web desenvolvida para esse fim [14] [15].

Figura 5: cronograma das sessões.

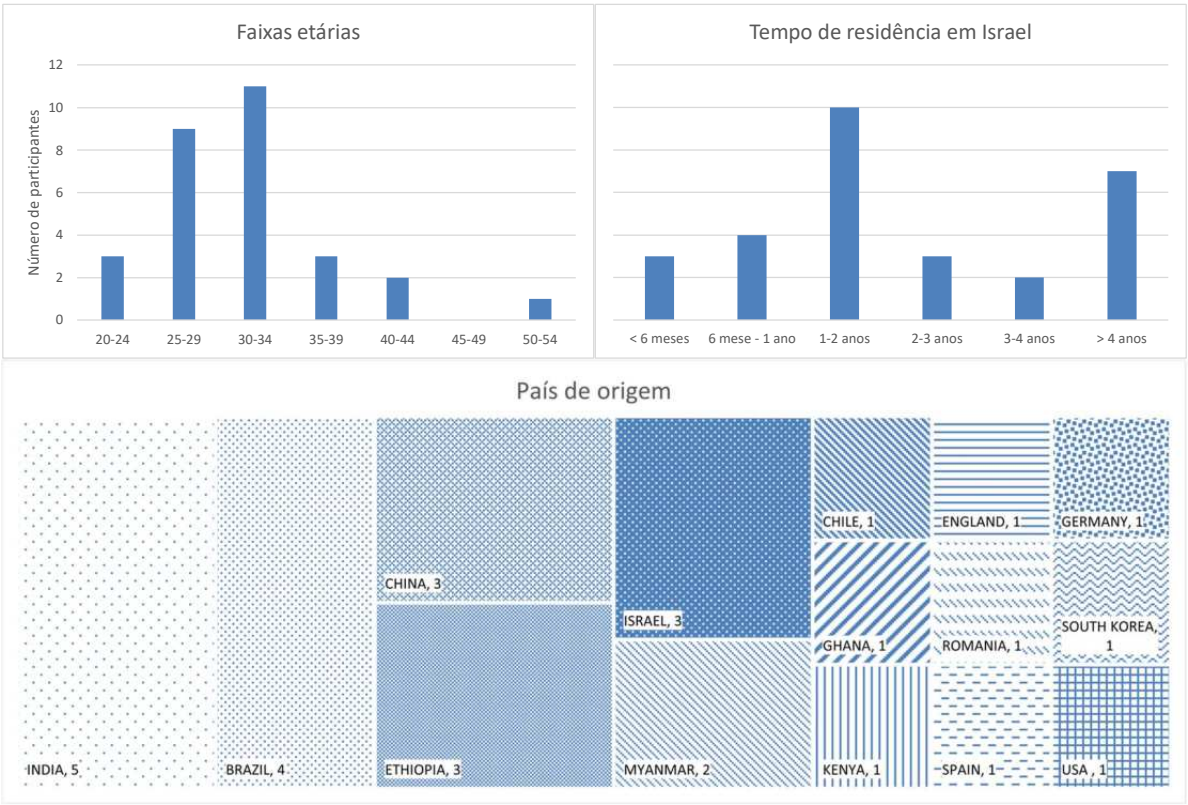


Fonte: os autores.

CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA, DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS SUBJETIVAS E FERRAMENTAS DE MENSURAÇÃO

A amostra (Figura 5) foi composta por 29 indivíduos voluntários (17 do sexo feminino e 12 do masculino), idade média de 31 anos, de diversas nacionalidades. Aproximadamente 90% dos participantes já residiam em Israel há pelo menos 6 meses (portanto, adaptados ao clima).

Figura 5: caracterização da amostra.



Fonte: os autores.

Todos assinaram um termo de livre consentimento antes do início dos testes e foram informados sobre os procedimentos adotados, sobre o direito de interromperem a participação a qualquer momento e sobre a garantia de confidencialidade dos dados coletados.

As variáveis subjetivas avaliadas relacionaram-se a preferências, percepção e satisfação a respeito do ambiente teste, bem como possíveis fontes de desconforto. Dado o escopo do trabalho, são aqui discutidas somente as questões relacionadas com iluminação natural e vistas para o exterior (parte (d) dos questionários). A tabela 2 enumera as 11 questões, objeto deste artigo, extraídas de 28 questões do questionário de avaliação ambiental.

Tabela 2: Questões selecionadas a partir do questionário de avaliação do ambiente.

Questão	Enunciado	Escala
Q11	Qual é a sua impressão geral da iluminação no ambiente teste?	1 (muito claro) – 5 (escuro)
Q15	Quão satisfeito/a você está com o local de trabalho onde você está sentado/a?	1 (muito satisfeito/a) – 5 (muito insatisfeito/a)
Q18	Quão satisfeito/a você está com a vista da janela?	1 (muito satisfeito/a) – 5 (muito insatisfeito/a)
Q19	Você teve dificuldades para ler a tela do computador?	1 (o tempo inteiro); 2 (em alguns momentos); 3 (Não)
Q23	Se este fosse o seu escritório, quão satisfeito/a estaria com a iluminação natural no espaço / estação de trabalho?	1 (muito satisfeito/a) – 5 (muito insatisfeito/a)
Q27	Com qual frequência você experimentou desconforto causado por luz natural incidente diretamente nos seus olhos?	1 (o tempo inteiro) – 5 (em nenhum momento)
Q28	Com qual frequência você experimentou desconforto causado por luz natural refletindo na tela do computador?	1 (o tempo inteiro) – 5 (em nenhum momento)
Q29	Com qual frequência você experimentou desconforto causado por outras reflexões?	1 (o tempo inteiro) – 5 (em nenhum momento)
Q3O	Quão intensa é a luz na sua mesa?	1 (iluminação excessiva) – 5 (iluminação insuficiente)
Q31	Quão intensa é a luz no ambiente?	1 (iluminação excessiva) – 5 (iluminação insuficiente)
Q32	Quão intensa é a luz na tela do computador?	1 (iluminação excessiva) – 5 (iluminação insuficiente)

Fonte: Os autores.

O alfa de Cronbach é um coeficiente que mede confiabilidade e precisão de um questionário numa escala de 0 a 1 [16]. Quando aplicado ao trecho selecionado do questionário da etapa (d) (Figura 5) e suas respostas, o coeficiente obtido foi de 0,81 (consistência alta [16]).

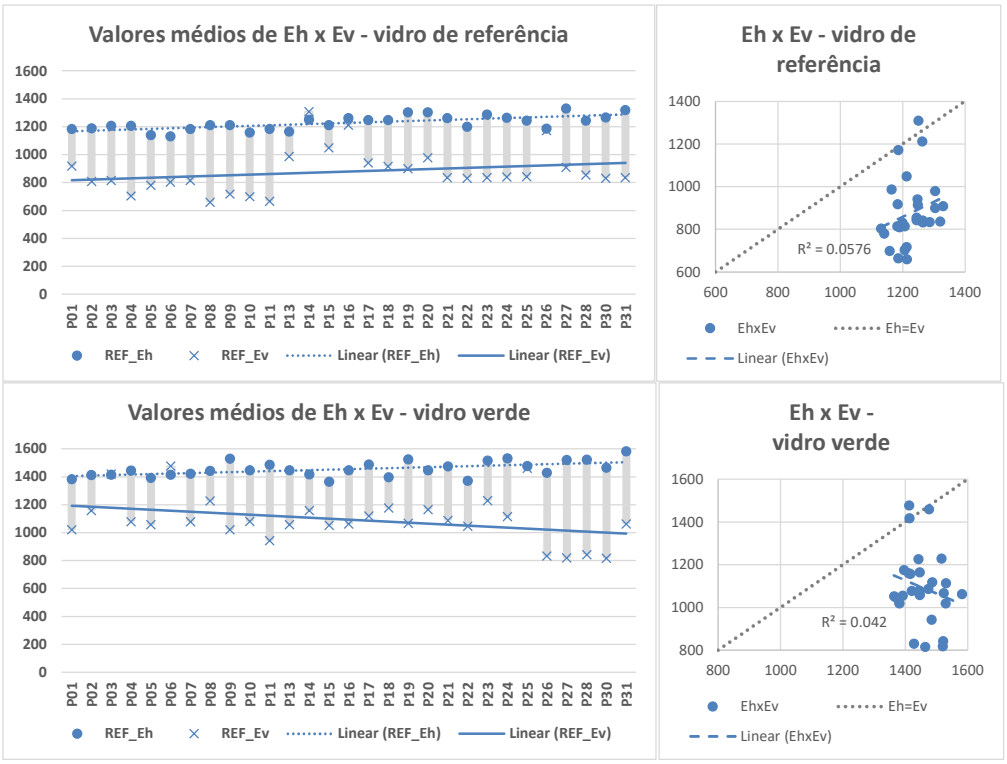
As comparações entre variáveis objetivas (E_h e E_v) e as respostas subjetivas foram realizadas por meio do software Jamovi, versão 2.2.5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiro, verificou-se se havia relação entre a E_h e a E_v. A Figura 6 mostra que a variação de ambas não se assemelha. Apesar de as linhas de tendência para o vidro de referência serem paralelas (gráfico superior à esquerda), a comparação entre os valores de E_h e E_v não possui forte correlação (Figura 6, superior à direita). Nas

sessões com vidro verde, essa diferença fica mais evidente em ambos os gráficos inferiores da Figura 6.

Figura 6: caracterização da amostra.



Fonte: os autores.

Essa diferença é esperada, pois a luz que incide sobre os olhos está sujeita a variações no campo de visão, como ao olhar diretamente pela janela ou mesmo proveniente do brilho da tela de computador.

Para verificar se houve relação entre Eh e Ev com as respostas subjetivas, e destas entre si, foi necessário averiguar a natureza não paramétrica dos dados subjetivos, por meio do teste Shapiro-Wilk (Tabela 3). A não normalidade foi confirmada pela amostra ser menor que 50 [17] e porque o valor P das questões foi menor que 0.005, com exceção da Q18.

Tabela 3: testes de normalidade Shapiro-Wilk.

Vidro de referência												
Questão	R_Q11	R_Q15	R_Q18	R_Q19	R_Q23	R_Q26	R_Q27	R_Q28	R_Q29	R_Q30	R_Q31	R_Q32
Estatística	0.781	0.848	0.78	0.533	0.849	0.683	0.69	0.608	0.568	0.581	0.814	0.71
P	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001
Vidro verde												
Questão	V_Q11	V_Q15	V_Q18	V_Q19	V_Q23	V_Q26	V_Q27	V_Q28	V_Q29	V_Q30	V_Q31	V_Q32
Estatística	0.821	0.84	0.874	0.561	0.811	0.674	0.776	0.586	0.412	0.442	0.768	0.661
P	< .001	< .001	0.003	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001

Fonte: os autores.

Calculou-se, assim, a correlação das variáveis objetivas e subjetivas por meio de ρ de Spearman (Quadro 2). Os resultados são apresentados em índices de -1 a +1, com +1 indicando correlação perfeita entre as variáveis testadas. O valor negativo significa, por sua vez, relação inversa entre as variáveis.

Quadro 2: correlação de Spearman.

Vidro de referência

	R_E_h	R_E_v	R_Q11	R_Q15	R_Q18	R_Q19	R_Q23	R_Q27	R_Q28	R_Q29	R_Q30	R_Q31	R_Q32
R_E_h													
R_E_v	0,39*												
R_Q11	0,55**	0,368*											
R_Q15	-0,09	0,092	0,045										
R_Q18	-0,305	0,093	-0,154	-0,015									
R_Q19	0,116	0,067	0,286	0,047	-0,254								
R_Q23	-0,403*	-0,091	-0,134	0,226	0,46*	-0,137							
R_Q27	0.415*	0,28	0,253	-0,011	-0,373*	0,188	-0,546**						
R_Q28	0,217	0,125	0,268	-0,074	-0,332	0,671***	-0,252	0,395*					
R_Q29	0,491**	0,363	0,385*	0,274	-0,319	0,452*	-0,218	0,383*	0,569**				
R_Q30	0,079	0,173	0,444*	0,051	0,086	0,051	-0,059	0,131	0,06	0,234			
R_Q31	0,198	0,243	0,461*	0,023	-0,103	-0,06	-0,167	0,18	0,003	0,157	0,502**		
R_Q32	0,298	0,353	0,252	0	-0,132	-0,153	-0,07	0,334	0	0,184	0,161	0,538**	

Vidro verde

	V_E_h	V_E_v	V_Q11	V_Q15	V_Q18	V_Q19	V_Q23	V_Q27	V_Q28	V_Q29	V_Q30	V_Q31	V_Q32
V_E_h													
V_E_v	-0,139												
V_Q11	0,42*	-0,136											
V_Q15	-0,019	-0,02	0,032										
V_Q18	-0,007	-0,102	0,387*	0,118									
V_Q19	0,129	-0,378*	-0,021	-0,231	-0,094								
V_Q23	-0,169	-0,104	0,107	-0,169	0,456*	0,015							
V_Q27	0,052	0,205	-0,342	0,008	-0,456*	0,105	-0,635***						
V_Q28	-0,056	0,128	-0,019	-0,159	-0,041	0,164	-0,127	0,116					
V_Q29	-0,167	0,406*	-0,148	0,182	-0,077	-0,247	-0,346	0,375*	0,441*				
V_Q30	-0,31	-0,109	0,162	0,167	0,101	0,07	-0,107	0,192	0,317	0,351			
V_Q31	-0,026	-0,041	0,116	0,062	-0,085	0,209	-0,35	0,549**	0,012	0,384*	0,406*		
V_Q32	-0,088	0,089	-0,005	0,407*	0,122	-0,352	-0,11	0,263	0,082	0,48**	0,646***	0,321	

Nota: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ***$p < 0,001$. Fonte: os autores.

Analisando-se primeiro a partir das variáveis objetivas, é possível notar que a E_h correlacionou significativamente com as questões 11 e 29 nas sessões com vidro de referência. Assim, com maior E_h, foi reportada impressão de maior luminosidade do ambiente, mas também maior frequência de desconforto com outras reflexões que não na tela. Ainda, houve correlação com a Q27, que denota maior frequência de desconforto com a luz diretamente nos olhos, e inversamente, com a satisfação com a luz natural. De maneira menos significativa, houve correlação com a E_v, confirmando o paralelismo das linhas de tendência da Figura 6, superior à esquerda. A E_v correlacionou apenas com a impressão de luminosidade do ambiente (Q11).

Nas sessões com vidro verde, no entanto, a E_h somente correlacionou com a questão 11, de modo que se houve incremento desta, aumentou também a impressão de luminosidade do ambiente, porém sem correlacionar com questões a respeito de desconforto. A E_v correlacionou com as questões 19 e 29: com o incremento da iluminância na altura dos olhos, houve maior dificuldade de ler a tela do computador, bem como maior frequência de desconforto por outras reflexões.

Entre as questões subjetivas, para o vidro de referência, a correlação direta observada com maior força e significância foi entre as questões 19 e 28 – dificuldade em ler a tela e frequência de reflexão na tela do computador, respectivamente. Apesar de apresentar maior iluminância (tanto horizontal quanto vertical) na situação com vidro verde, esta correlação não se repetiu. É esperado o desconforto ao ler a tela quando esta apresenta reflexões mais frequentes, por isso, pretende-se investigar a influência de outros fatores, como o espectro luminoso e contraste, não incluídos neste estudo.

Nas sessões com vidro verde, a correlação direta de maior força foi da questão 30 com a 32, não observada no caso do vidro de referência. Ambas se referem à intensidade de luz natural no ambiente e na tela, respectivamente. Acredita-se que isso se relacione com a forma com que a questão 32 foi elaborada ("light level" ao invés de "daylight level"). Assim, é possível que os participantes tenham considerado o brilho do computador.

As questões 23 e 27 se relacionaram inversamente em ambas as situações, com maior significância e força para as sessões com vidro verde. Entende-se que a maior iluminância pode resultar em maior desconforto por brilho nos olhos e, por consequência, a ausência dele traria maior satisfação com o ambiente de trabalho.

Para identificar se houve diferença significativa entre as respostas para as duas sessões, as questões foram submetidas a análises de variância (ANOVA) de fator único para amostras pareadas. A Tabela 4 mostra o resultado onde F é o grau de diferença entre as respostas de cada sessão. Se ele for maior que o F crítico (com graus de liberdade 1 e 28) [18], maior a diferença entre as respostas das sessões 1 e 2 [19]. P representa a significância (que deve ser menor que 5%). A última coluna representa o tamanho de efeito (η^2), ou seja, a magnitude de diferença real entre as respostas das sessões em uma escala de 0 a 0,2 [20].

Tabela 4: ANOVA de fator único pareada para as variáveis subjetivas (entre grupos).

Questão	Soma de quadrados do erro	Grau de liberdade (*df*)	Média quadrática do erro	F	F_{crit}	p	η^2
Q11	0,28	1	0,28	0,89	4,20	0,355	0,01
Q15	0,02	1	0,02	0,04	4,20	0,839	0,00
Q18	0,16	1	0,16	0,59	4,20	0,448	0,00
Q19	0,02	1	0,02	0,14	4,20	0,712	0,00
Q23	0,43	1	0,43	1,33	4,20	0,258	0,01
Q27	0,07	1	0,07	0,11	4,20	0,738	0,00
Q28	0,16	1	0,16	0,28	4,20	0,599	0,00
Q29	0,28	1	0,28	2,07	4,20	0,161	0,02
Q3O	0,00	1	0,00	0,00	4,20	1,000	0,00
Q31	0,16	1	0,16	0,81	4,20	0,375	0,01
Q32	0,16	1	0,16	1,85	4,20	0,184	0,01

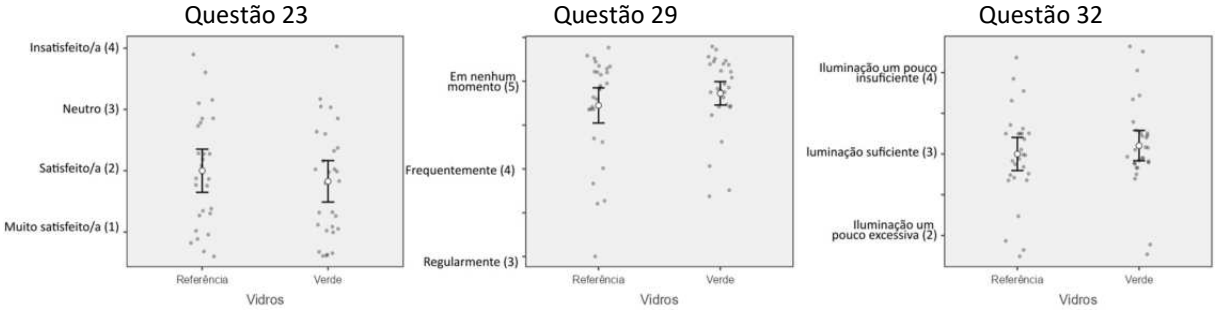
Fonte: [14].

Nenhuma questão apresentou diferença entre os grupos (F maior que $F_{crít}$), apesar das questões 23, 29 e 32 resultarem em F maior que 1. Isso indica que "a manipulação experimental teve algum efeito acima ou além do efeito de fatores não medidos" [19]. Ainda, a soma e média quadrática de ambas as questões são altas, o que significa que, dentro do grupo de cada sessão, a variância é grande (as respostas estão distribuídas e não concentradas na média). Os valores destas colunas são iguais porque a média quadrática divide a soma dos quadrados pelo grau de liberdade entre grupos (2 sessões – 1 = 1) [19]. Em outras palavras, há variação maior entre as respostas dos indivíduos de um grupo do que entre os grupos das duas sessões.

Além disso, as questões 23, 29 e 32 também apresentaram tamanho de efeito, porém pequeno, segundo a classificação de Cohen (de 0,00 a a0,003 – sem efeito; de

0,01 a 0,039 – efeito pequeno; de 0,06 a 0,11 – efeito intermediário; e de 0,14 a 0,2 – efeito grande) [21]. A Figura 7 mostra as médias marginais estimadas, cuja diferença determina o tamanho do efeito [19]. O gráfico à esquerda mostra que essa pequena diferença corresponde a um leve aumento na satisfação com a luz natural (Q23). No caso da Q29 (Figura 7, centro), significa uma pequena diminuição na frequência de desconforto por outras reflexões (Q29). Por fim, à direita, os participantes reportaram uma percepção levemente menor de intensidade de luz na tela do computador na situação com vidro verde.

Figura 6: médias marginais estimadas para as questões 23 e 29.



Fonte: os autores.

Por estes fatores descritos na ANOVA de fator único para amostras pareadas, a hipótese de similaridade entre os grupos não pode ser refutada.

CONCLUSÃO

A comparação entre dois tipos de vidros permitiu testar a disponibilidade de iluminação natural e confrontá-la com a percepção visual dos ocupantes. A partir dos resultados estatísticos, pôde-se correlacionar as respostas subjetivas com os dados objetivos registrados na instalação de testes em Israel.

Ao calcular as correlações entre as variáveis medidas e respostas individuais por meio do coeficiente de Spearman, a E_h apresentou maior correlação com a percepção visual que a E_v no caso do vidro de referência. Em geral, foi reportado desconforto com reflexões no campo de visão dos participantes.

Por outro lado, ainda que em menor grau, as sessões com vidro verde obtiveram mais correlações entre as respostas e a iluminância vertical, que também se relacionou com desconforto no campo visual (dificuldade de ler a tela e outras reflexões). Isso pode estar mais relacionado à TL maior que com a cor.

Os cálculos de ANOVA e seus tamanhos de efeito apontam para um aumento pequeno da satisfação com a luz natural com a troca do vidro de referência por outro levemente mais transparente e de coloração esverdeada. Ao confrontar esses resultados com aqueles das correlações de Spearman, no entanto, percebe-se um conflito entre a relação direta entre iluminâncias (horizontal ou vertical) e desconforto por reflexões e a redução desse desconforto ilustrado pelo gráfico da Q29 (Figura 7, centro) e Q32 (Figura 7, à direita).

Portanto, a questão acerca de eventuais discrepâncias na percepção subjetiva com a exposição à luz modificada pelo vidro verde (como substituto para o efeito da vegetação na luz) segue aberta. Assim, os autores pretendem ampliar o escopo de análise em estudos futuros para incluir outros fatores que podem ter influência nas respostas subjetivas, como a luminância e o espectro luminoso.

AGRADECIMENTOS

Israeli Council for Higher Education (CHE).

REFERÊNCIAS

[1] DE KORT, Y. A. Tutorial: Theoretical Considerations When Planning Research on Human Factors in Lighting. **LEUKOS - Journal of Illuminating Engineering Society of North America**, v. 15, n. 2-3, p. 59-96, jan. 2019. DOI: https://doi.org/10.1080/15502724.2018.1558065

[2] HESCHONG, L. **Daylight metrics: final project report**. California Energy Comission, 2012. Disponível em: http://h-m-g.com/DaylightPlus/Daylight_Metrics.htm. Acesso em: 13 abril 2019.

[3] BEUTE, F.; DE KORT, Y. A. Tutorial: The natural context of wellbeing: Ecological momentary assessment of the influence of nature and daylight on affect and stress for individuals with depression levels varying from none to clinical. **Health and Place**, v. 49, p. 7-18, jan. 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2017.11.005

[4] NORWOOD, M. F.; LAKHANI, A.; MAUJEAN, A.; ZEERMAN, H.; CREUX, O.; KENDALL, E. Brain activity, underlying mood and the environment: A systematic review. Journal of Environmental Psychology, v. 65, p. 101321, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.101321.

[5] HESCHONG, L. **Visual Delight - The Importance of Views in the Workplace**. Daylight Symposium and Healthy Buildings Day. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1PKnR-OD5ew&feature=emb_title>. Acesso em: 15 abr. 2020.

[6] BALAKRISHNAN, P.; JAKUBIEC, J. A. Spectral Rendering with Daylight: A Comparison of Two Spectral Daylight Simulation Platforms. In: 16TH IBPSA INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION. **Proceedings [...]** Roma, 2019. p. 1191–1198.

[7] MEIDENBAUER, K. L.; STENFORS, C. U. D.; YOUNG, J.; LAYDEN, E. A.; SCHERTZ, K. E.; KARDAN, O.; DECETY, J.; BERMAN, M. G. The gradual development of the preference for natural environments. **Journal of Environmental Psychology**, v. 65, p. 101328, jan. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.101328.

[8] HELLINGA, H.; HORDIJK, T. The D&V analysis method: A method for the analysis of daylight access and view quality. **Building and Environment**, v. 79, p. 101–114, set. 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.04.032.

[9] VEITCH, J. A.; GALASIU, A. D. The physiological and psychological effects of windows, daylight and view at home. National Research Council of Canada, 2011. Disponível em: https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=06e1364d-71f3-4766-8ac8-f91da5576358. Acesso em: 20 mai. 2022.

[10] FERNANDES, L. C.; KRÜGER, E. L.; MOTZAFI-HALLER, W. Experimentos de campo com teto-reservatório e painéis para resfriamento radiante em uma edificação-teste. **Ambiente Construído**, v. 21, n. 1, p. 357-384, jan. – mar. 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000100509.

[11] ERELL, E.; KAFTAN, E.; MOTZAFI-HALLER, W. **Daylighting for visual comfort and energy conservation in offices in sunny locations**: Final scientific report. Israel Ministry of National Infrastructures. 2011.

[12] TARTARINI, F., SCHIAVON, S., CHEUNG, T., HOYT, T., 2020. CBE Thermal Comfort Tool: an online tool for thermal comfort calculations and visualizations. **SoftwareX** v. 12, p. 100563, jul. – dez. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.softx.2020.100563

[13] EPSTEIN, Y.; MORAN, D. S. Thermal comfort and the heat stress indices. **Industrial Health**, v. 44, n. 3, p. 388–398, 2006.

[14] STOET, G. PsyToolkit - A software package for programming psychological experiments using Linux. **Behavior Research Methods**, v. 42, n. 4, p. 1096-1104, nov. 2010. DOI: https://doi.org/10.3758/BRM.42.4.1096

[15] STOET, G. PsyToolkit: A novel web-based method for running online questionnaires and reaction-time experiments. **Teaching of Psychology**, v. 44, n. 1, p. 24-31, nov. 2016. DOI: https://doi.org/10.1177/0098628316677643

[16] CRONBACH, L. J.; SHAVELSON, R. J. My Current Thoughts on Coefficient Alpha and Successor Procedures. **Educational and Psychological Measurement**, v. 64, p. 391 – 418, jun. 2004. DOI: https://doi.org/10.1177/0013164404266386

[17] KIM, H.Y. Statistical notes for clinical researchers: assessing normal distribution (2) using skewness and kurtosis. **Restor Dent Endod.** V. 38, n. 1, p5 52-54, fev. 2013. DOI: https://doi.org/10.5395/rde.2013.38.1.52

[18] Glen, S. **F Table**. StatisticsHowTo.com: Elementary Statistics for the rest of us! 2022. Disponível em: https://www.statisticshowto.com/tables/f-table/. Acesso em 25 maio 2022.

[19] FIELD, A. **Discovering statistics using IBM SPSS statistics**. 5. ed. Londres: Sage. 2018.

[20] SOUZA, A. **Estatística Psicobio I 2022 #15 - Análise de Variância (ANOVA) parte II - Posthocs e Effect Sizes**. Científtica & Podcast Naruhodo. 2022. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=IDV0nLweRIA&list=PLZjaOxYREintQo6U6Mr6PKQ5dIWfEP3n7&index=15 >. Acesso em: 20 maio 2022.

[21] LENHARD, W.; LENHARD, A. **Computation of effect sizes**. Psychometrica. 2016. Disponível em: https://www.psychometrica.de/effect_size.html. Acesso em: 20 maio 2022. DOI: 10.13140/RG.2.2.17823.92329