



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

CONFORTO VISUAL E ATRIBUTOS DE ORDEM ARQUITETÔNICA: UMA PRIMEIRA APROXIMAÇÃO

**João Roberto Gomes de Faria (1); Fernanda Legatti (2);
Maria Emilia Soares da Silva (3); Paula Fernanda Faria Rodrigues (4)**

(1) Professor Adjunto do Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, joaofari@faac.unesp.br
FAAC-UNESP - Univ. Estadual Paulista, Dep. de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo,

Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01, Bauru-SP, 17030-360, Tel.: (14) 3103 6059

(2) Arquiteta, flegatti@bol.com.br, R. Lupericio Rodrigues Novo, nº 110, Espírito Santo do Pinhal, SP,
13990-000, Tel.: (19) 3651 3967

(3) Arquiteta, m.emiliass@yahoo.com.br, Alameda Jaú, nº 369, apto 303, Jardins, São Paulo-SP,
Tel.: (14) 3234 3026 / 9794 1186

(4) Arquiteta, polinha_fe@yahoo.com.br, Rua Santiago, 1258, Bairro Assunção,
São Bernardo do Campo, SP, 09861-562, Tel.: (11) 8645 1737

RESUMO

“Conforto visual” é um termo complexo, normalmente autorreferenciado na bibliografia. Existe convergência nos textos consultados no sentido de que o conforto visual é obtido simplesmente pela ausência de desconforto. Assim, uma iluminação de boa qualidade automaticamente produziria a sensação de conforto visual. No entanto, outros autores argumentam que outras variáveis, dentre as quais o interesse pela cena observada amplia os limites de tolerância a elementos desqualificadores da iluminação, como a presença de fontes de ofuscamento. Por sua vez, existe uma série de atributos relacionados nas artes visuais e na teoria da percepção que despertam o interesse por determinada cena e, de maneira análoga, são encontrados na bibliografia atributos qualificadores de objetos arquitetônicos, com o mesmo efeito sobre os observadores. Assim, essa pesquisa teve por objetivo verificar a existência de relações entre conforto visual e atributos de ordem da arquitetura. Foram estudados três ambientes, nos quais levantaram-se variáveis fotométricas e a existência de atributos de ordem arquitetônica em cenas indicadas pelos sujeitos entrevistados como de vista agradável ou desagradável. Os resultados obtidos nos três ambientes foram analisados conjuntamente e mostram que a relação formulada por hipótese é válida.

Palavras-chave: conforto visual, iluminação, ordem arquitetônica.

ABSTRACT

“Visual comfort” is a complex term, usually self-referenced in the bibliography. There is convergence on texts found in the sense that the visual comfort is achieved simply by the absence of discomfort. Thus, good quality lighting automatically would produce a feeling of visual comfort. However, other authors argue that other variables, among which the interest of the scene observed pushes the limits of tolerance for criticizing elements of enlightenment, as the presence of glare sources. In turn, a number of attributes in the visual arts and the theory of perception which are attractive for certain scene and, similarly, are found in the bibliography qualifying attributes of architectural objects, with the same effect on observers. Thus, this research aimed to verify the existence of relationships between visual comfort and qualifying attributes of architecture. We studied three environments in which rose photometric variables and the existence of quality attributes in architectural scenes displayed by interviewees as a nice or nasty. The results obtained in the three environments were analysed together and show that the original hypothesis is true.

Keywords: visual comfort, lighting, architecture order.

1. INTRODUÇÃO

Conforme Boyce (2003), a percepção de conforto é relacionada a sensações de bem-estar e estética e mudou pouco ao longo tempo. Aquele autor, assim como Ganslandt e Hofmann (1992) e outros consultados, entendem conforto visual como resultante do atendimento, por um sistema de iluminação, de uma série de critérios de qualidade; ou seja, o conforto visual seria alcançado na ausência de fatores que causariam seu desconforto. Dentre esses critérios estão a temperatura de cor e o índice de reprodução de cor (IRC) da fonte luminosa, o atendimento de iluminâncias mínimas em planos onde se desenvolvem as atividades visuais, a uniformidade da distribuição de luminâncias das superfícies (em maior ou menor grau, dependendo do ambiente e da atividade visual) e a ausência de ofuscamentos e de reflexões veladoras e sombras sobre as superfícies focos de atenção (HALONEN *et al.*, 2010).

Nessa linha, a atual norma sobre iluminação de espaços de trabalho internos da União Européia, DIN EN 12464-1 – *Light and lighting - Lighting of work places, Part 1: indoor work places* (ZVEI, 2005), especifica, como parâmetros de qualidade a serem atendidos, valores de iluminância mínima sobre o plano de trabalho, de uniformidade mínima da distribuição de iluminância, de índice de ofuscamento Unified Glare Ratio (UGR) máximo e de IRC mínimo, para cada tipo de ambiente, relacionado à atividade visual nele predominante.

Por outro lado, Veitch (2001) argumenta que uma série de fatores psicológicos altera a percepção da qualidade da iluminação, o que resulta em diferentes preferências por valores de iluminâncias, graus de homogeneidade de luminâncias e temperaturas de cor. Tuaycharoen e Tregenza (2005) também mostram que a tolerância ao ofuscamento é alterada pelo interesse em relação à cena observada: cenas consideradas agradáveis ou interessantes são observadas sob ofuscamentos intoleráveis em situações de trabalho. Na concepção de Boyce (2003), citada anteriormente, essas reações têm a ver com o fator estético do conforto.

Na definição do que pode causar interesse por determinada cena recorre-se à teoria da comunicação visual. Conforme Donis (1997), as imagens são ordenadas por elementos psicofisiológicos de sintaxe visual, (equilíbrio, tensão, nivelamento e aguçamento, atração e agrupamento, positivo e negativo), que operam os elementos básicos da comunicação visual (ponto, linha, forma, direção, tom, cor, textura, escala, dimensão e movimento) de maneira a criar técnicas de comunicação visual, as quais agem por princípios de harmonia ou contraste.

Na mesma linha, Ching (1998) apresenta uma série de princípios de ordem do espaço e do objeto arquitetônico: eixo, simetria, hierarquia, ritmo, dado e transformação. Para o autor, a ordem se refere não apenas à regularidade geométrica, mas a uma condição em que cada parte de um todo está apropriadamente disposta com referencia a outras partes e ao seu propósito, de modo a produzir um arranjo harmonioso. Um ambiente caótico tem maiores chances de ser dispersivo. Um aumento na ordem perceptível do ambiente visual pode reduzir a dispersão em atividades. O processo de percepção sempre tenta extrair significado do caos aparente (documentado pela *Gestalt*).

Para Lam (1977), isso tem implicações óbvias para o projeto do ambiente luminoso, já que o arranjo ordenado dos elementos de iluminação é mais compreensível e tende a ter melhor relação com os demais objetos presentes no ambiente, além de ser muito mais agradável visualmente.

A análise conjunta da iluminação e de elementos arquitetônicos pode ser feita *in loco* ou através de imagens. Ao se observar uma cena a partir de um ponto fixo, ela se torna bidimensional, embora atributos de sua tridimensionalidade sejam mantidos pela visão binocular. Nesse caso, Donis (1997) afirma que, apesar da câmera fotográfica ter uma perspectiva específica e diferente da do olho humano, ela pode reproduzir o ambiente com precisão extraordinária e uma grande riqueza de detalhes, o que possibilita a análise de atributos de uma cena a partir de sua fotografia. No entanto, ao contrário de imagens não fotográficas, deve-se levar em conta que se está analisando um espaço real e que, nesse caso, a visão humana faz uma série de correções, de forma a tornar seu universo visual tridimensional e heterogeneamente iluminado consistente: a relatividade do brilho, as constâncias de brilho, cor e forma, além de fenômenos ligados à *Gestalt*, como a complementação de formas.

Em vista dessas observações, no presente trabalho procurou-se verificar a existência de relações entre o conforto (ou o desconforto) visual e a presença, na cena observada, de atributos de ordem arquitetônica (ou a ausência deles). Ele foi desenvolvido através de três pesquisas de iniciação científica, que tinham como objetivo principal a análise das condições de iluminação de três diferentes ambientes caracterizados como de espera para outras atividades. Paralelamente a essas análises, foram levantados dados relativos a cenas indicadas pelos sujeitos pesquisados, a partir de sua posição no ambiente, como sendo as mais agradáveis e as mais desagradáveis. As cenas foram analisadas em relação à distribuição de luminâncias e à presença de qualificadores arquitetônicos. Os dados das três pesquisas foram analisados conjuntamente, cruzando-se as

informações de luminotécnica, percepção dos usuários e presença ou não dos atributos qualificadores arquitetônicos.

2. OBJETIVO

A pesquisa aqui relatada teve por objetivo verificar existência de relação entre conforto visual e atributos de ordem arquitetônica.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O método empregado nesta pesquisa experimental envolveu a pesquisa bibliográfica para a escolha de atributos arquitetônicos a serem investigados, a medição direta e indireta de dados fotométricos, a inquirição, através da aplicação de questionários aos usuários dos espaços estudados, a observação indireta, através da análise de fotos e imagens tratadas, e a análise do cruzamento dos resultados do levantamento e das observações com as respostas dos questionários.

A pesquisa de atributos que despertariam interesse pela cena observada foi feita através de revisão bibliográfica. Pelo fato de se tratar de uma obra correntemente usada em cursos de graduação em Arquitetura, com a qual as três pesquisadoras de iniciação científica estavam familiarizadas, foram escolhidos para o estudo os atributos de ordem arquitetônica propostos por Ching (1998): eixo, simetria, hierarquia, ritmo, dado e transformação.

Os objetos de estudo foram aproveitados das três pesquisas de iniciação científica, cujo objetivo principal era a análise das condições de iluminação natural e artificial três espaços de espera: o lobby de recepção de um hotel, salas de espera de um hospital e hall da sede social de um clube. Os ambientes estudados tinham em comum a grande diversidade de atividades visuais, algumas ligadas a trabalho (no caso dos funcionários), outras a lazer ou à simples contemplação (demais usuários), mas todas elas tinham em comum o fato dos usuários permanecerem a maior parte do tempo olhando para cenas afastadas das superfícies do entorno imediato.

Os levantamentos foram realizados sempre em períodos diurnos, durante o segundo semestre de 2010. Um questionário usado em pesquisas anteriores (FARIA *et al.*, 2007) foi adaptado para essa pesquisa, incluindo-se duas questões, nas quais se perguntava qual a cena mais agradável e a mais desagradável, observadas a partir da posição do entrevistado. As questões que o compunham (além das duas citadas anteriormente) eram as seguintes:

1. Se você fosse realizar uma leitura, acharia a tarefa:
Difícil | Razoável | Fácil
2. Pensando nos pontos de luz e olhando para o ambiente em geral, seu brilho é:
Intolerável | Desconfortável | Aceitável
3. Dentro do seu campo visual, a intensidade do reflexo das luzes é:
Muito ofuscante | Ofuscante | Agradável
4. O ambiente em relação às cores e materiais é:
Contrastante | Neutro | Harmonioso
5. Como você se sente em relação às cores e materiais?
Irritado | Desconfortável | Confortável
6. Qual sua impressão a iluminação do ambiente?
Muito escuro | Escuro | Ideal | Claro | Muito claro
7. Quando você quer encontrar um ponto de descanso visual, para onde você olha?
8. Por que você resolveu se sentar neste local?
9. Observações

Para cada entrevistado foram feitos o levantamento de iluminâncias no plano da atividade visual e o levantamento fotográfico das vistas indicadas por ele como a mais agradável e a mais desagradável. A determinação da distribuição das luminâncias e a identificação dos atributos de ordem arquitetônica foram feitas posteriormente, a partir desse levantamento fotográfico.

O levantamento de dados fotométricos (que também serviu para as pesquisas de iniciação científica) incluiu a medição das iluminâncias em planos de atividade visual dos pontos ocupados pelos entrevistados, através de luxímetros Lutron LX-101, e da distribuição de luminâncias na área de atividade visual e nas cenas indicadas pelos entrevistados em resposta às perguntas do questionário. Essa distribuição foi obtida no aplicativo *winimage*, do software Desktop RADIANCE (<radsite.lbl.gov/deskrad/download.htm>), a partir de imagens HDR compostas no programa LuminanceHDR (<http://qtpfsgui.sourceforge.net/?page_id=10>)

com fotos digitais das cenas tiradas com uma câmera Sony DSC-W5 previamente calibrada (conforme procedimento descrito por FARIA, 2007).

Os parâmetros para a avaliação da qualidade da iluminação foram extraídos da NBR 5413 – Iluminância de interiores (ABNT, 1992) e de Grandjean (1998). Nas situações onde a atividade visual não se desenvolvia no entorno próximo do entrevistado (como em atividades contemplativas, nas quais a cena de interesse está em geral distante do observador), deu-se privilégio à análise da distribuição de luminâncias, uma vez que a iluminância em planos próximos deixa de ser importante, conforme constatado por Faria *et al.* (2007). Nesse caso, a relação máxima de luminâncias tomada por critério foi a usada entre pontos nas áreas de visão panorama e ergorama indicada por Grandjean, da ordem de 10:1.

A análise das imagens e dos dados fotométricos foi feita em duas etapas. Inicialmente, verificou-se se atributos de ordem arquitetônica estavam presentes, se havia caos visual (grande quantidade de elementos em disposição não determinada), se havia relações de luminâncias acima das indicadas na bibliografia e se a cena propiciava visão do exterior; posteriormente, os pesquisadores classificaram os ambientes em “bons”, “regulares” ou “ruins” em função da qualidade da iluminação e da arquitetura (em função do conjunto de atributos verificados), fazendo o mesmo com as avaliações dos entrevistados, de forma a poder comparar os resultados em uma escala coerente, abaixo relacionada:

- Condições luminotécnicas:
 - a) “Bom” – a iluminância do plano onde se desenvolve a atividade visual é adequada (atende à NBR 5413) e a distribuição de luminâncias apresenta relações de luminâncias dentro da faixa especificada por Grandjean (1998);
 - b) “Regular” – uma das duas condições do item a) não é satisfeita;
 - c) “Ruim” – nenhuma das condições do item a) é satisfeita.
- Atributos arquitetônicos
 - d) “Bom” – existência na cena de pelo menos um dos atributos propostos por Ching (1998) e nenhum atributo negativo a eles (caos visual, por exemplo);
 - e) “Regular” – pelo menos um dos atributos de Ching está presente, mas há também presente um atributo negativo;
 - f) “Ruim” – o ambiente só apresenta atributos negativos.

A “opinião do entrevistado” é uma ponderação das respostas dadas pelo entrevistado às perguntas do questionário que lhe foi aplicado, sem um critério rígido.

Antes dos levantamentos foi feito um teste piloto na sala de leitura de jornais da biblioteca do campus da UNESP de Bauru, que teve por finalidade a formação de um padrão de análise pelos pesquisadores. O local foi escolhido pela facilidade de acesso e pelo conhecimento prévio de suas características arquitetônicas. Foi tomada como posição do entrevistado um dos postos de leitura ao redor de uma mesa circular, da qual se poderia ter a visão tanto da área exterior como do interior da biblioteca. As Figuras 1, 3 e 5 são *tonemaps* (visualizações em mídia convencional de imagens HDR) e as Figuras 2, 4 e 6 são distribuições de luminância com escalas de falsas cores de cenas observadas a partir do ponto da pessoa entrevistada. Os pesquisadores entrevistaram-se uns aos outros, de forma a trocar informações e chegar a padrões de análise.



Figura 1 – Área de atividade visual.

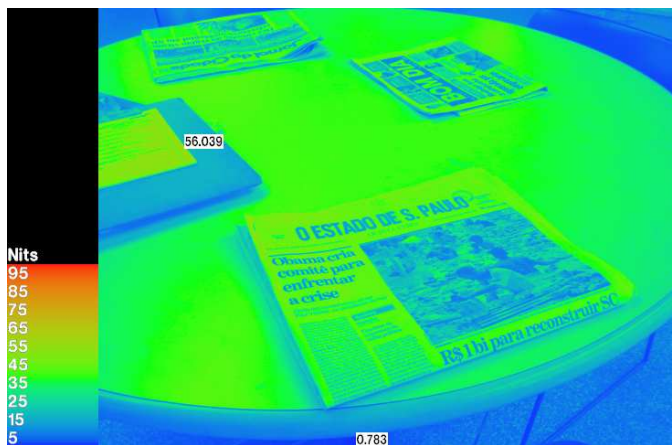


Figura 2 – Distribuição de luminâncias na área de atividade visual.

As Figuras 1 e 2 mostram o ponto de vista com foco na tarefa realizada pela pessoa, no caso leitura. As respostas do entrevistado foram favoráveis com relação à visualização da tarefa, podendo ser vista facilmente (Obs. no levantamento mediu-se aproximadamente 220 lx sobre o plano da mesa, abaixo do recomendado pela NBR 5413). A distribuição de luminâncias na área de atividade visual, mostrada na Figura 2, é bastante homogênea, facilitando o desenvolvimento das atividades visuais.

Na Figura 3 podem-se perceber os atributos de hierarquia (há uma seqüência de planos), ritmo (dado pelas seqüências de guarda-volumes e de caixilhos), dado (linhas que demarcam as mudanças de orientações de planos) e transformação (alteração na composição de volumes nas mudanças de orientação de planos). Embora tenha sido a cena preferida do entrevistado, a Figura 4 mostra que os níveis de luminância são em geral baixos, mas há uma área de luminância elevada, correspondente à abóbada celeste projetada na janela, adjacente à área anterior. Pelo forte contraste este ponto pode ser ofuscante. Nesse caso, certamente o interesse pela cena compensa o desconforto pelo excesso de luminosidade. Assim, esta cena receberia conceito “Regular” quanto às condições luminotécnicas e “Bom” quanto aos atributos arquitetônicos.

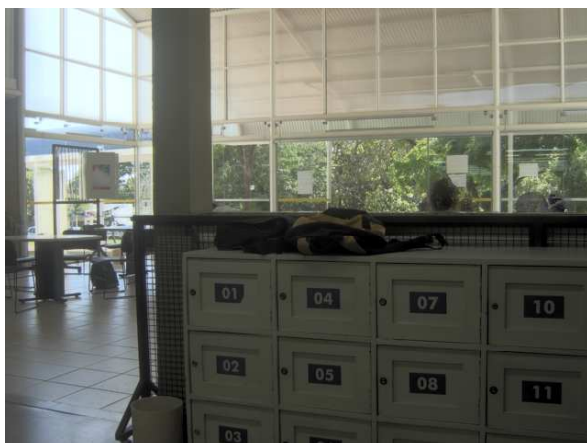


Figura 3 – Cena mais agradável.



Figura 4 – Distribuição de luminâncias na cena mais agradável.

Na Figura 5 percebe-se a ausência de um ponto de descanso visual. Este desconforto pode ser associado à ausência de parâmetros de ordem arquitetônica, observando-se que há uma diversidade sem ordem, gerando um caos; não há hierarquia ou ritmo; as luminárias não seguem um padrão coerente com o desenho do teto e os elementos arquitetônicos não estabelecem um eixo visual. Luminotecnicamente, na Figura 6 as luminâncias das superfícies são baixas, em contraste com as das luminárias e seus reflexos em áreas envidraçadas, que ultrapassam em muito (aproximadamente 900:1, na região de luminância máxima indicada na área central da imagem) a relação máxima recomendada de 40:1 na mesma cena em escritórios (GRANDJEAN, 1998). A cena receberia, portanto conceito “Ruim” quanto às condições luminotécnicas e aos atributos arquitetônicos.



Figura 5 – Cena mais desagradável.

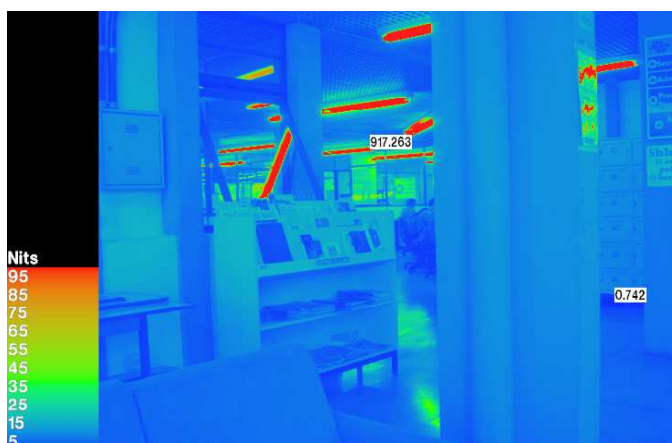


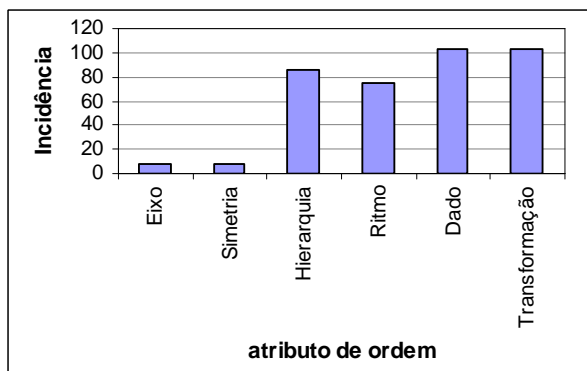
Figura 6 – Distribuição de luminâncias na cena mais desagradável.

A análise dos resultados do levantamento piloto mostra que a percepção da iluminação da área de atividade visual (mesa) é influenciada pela posição do usuário em relação ao ambiente. Dessa forma, o padrão de análise do ambiente visual deve levar em conta tanto elementos da iluminação quanto da composição do espaço, conforme a proposta metodológica apresentada anteriormente.

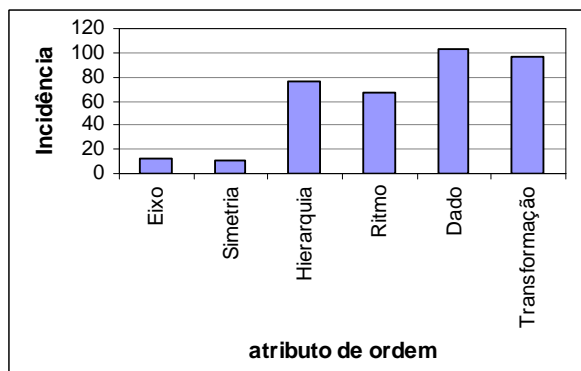
4. RESULTADOS E ANÁLISES

As iluminâncias medidas nas áreas de atividade visual dos entrevistados nos três espaços estudados atenderam as exigências da NBR 5413, motivo pelo qual não se fará mais considerações sobre a grandeza. Por outro lado, isso significa que a percepção das diferenças do ambiente luminoso se deu em função de distintas distribuições de luminâncias. Assim, as análises a seguir levarão em conta somente essa variável.

As figuras de 4 a 7 apresentam o resultado da análise das fotos e imagens HDR das cenas indicadas como agradáveis e desagradáveis pelos entrevistados.

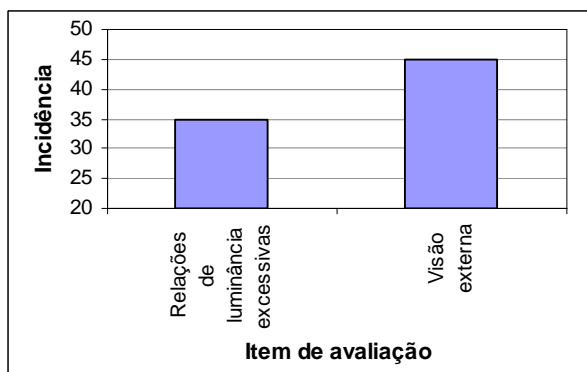


a)

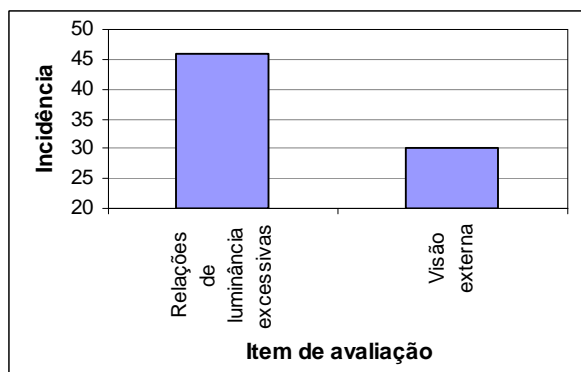


b)

Figura 4 – Incidência de atributos de ordem arquitetônica nas cenas consideradas a) agradáveis e b) desagradáveis pelos entrevistados.

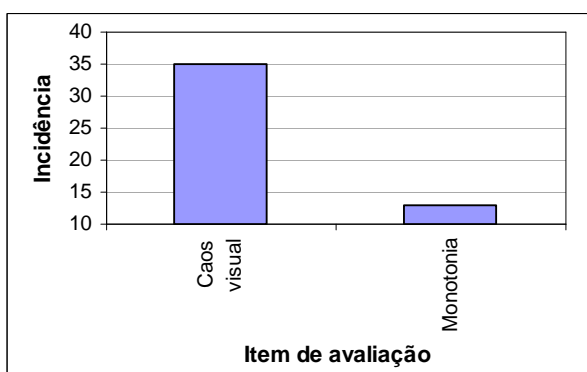


a)

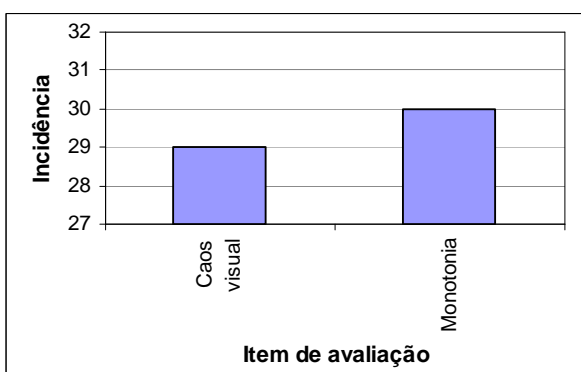


b)

Figura 5 – Incidência de relações de luminância acima das indicadas na bibliografia e de visões externas nas cenas consideradas a) agradáveis e b) desagradáveis pelos entrevistados.



a)



b)

Figura 6 – Incidência de a) caos visual e b) cenários monótonos (trechos de paredes, teto) nas cenas consideradas agradáveis e desagradáveis pelos entrevistados.

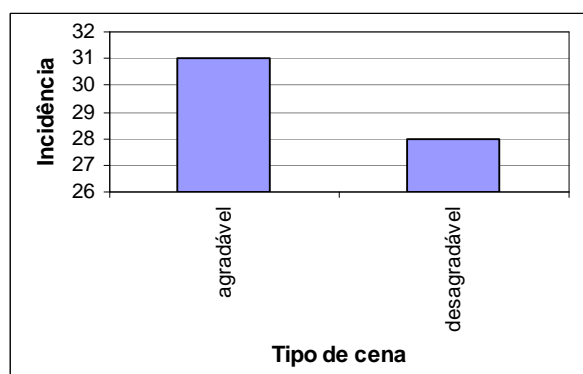


Figura 7- Frequência da ocorrência simultânea de relações de luminância acima das indicadas na bibliografia e de visão externa nas cenas consideradas agradáveis e desagradáveis pelos entrevistados.

A Figura 4 mostra que somente os atributos de ordem arquitetônica são insuficientes para determinar a preferência por uma cena, uma vez que as distribuições de frequência de sua ocorrência nas cenas agradáveis e desagradáveis é praticamente a mesma. A alta incidência dos atributos “dado” e “transformação” é devida ao fato dos ambientes estudados serem internos: sempre irá ocorrer eixos (“dados”) que dividem composições em planos diferentes (“transformações”), representados pelas arestas das paredes ou por limites de aberturas, que delimitam áreas com composições distintas (interior/exterior). O aumento da frequência do atributo “eixo” nas cenas desagradáveis ocorre quando os entrevistados olham para uma área próxima, em geral monótona e sem interesse, como uma porta. Algumas cenas se tornam desagradáveis devido à desordem visual, daí a redução da incidência do atributo “ritmo” nelas.

A visão do exterior parece se constituir, na maioria das vezes, em algo agradável, a ponto de alterar a percepção da sensação de incômodo por ofuscamento, conforme relatado na bibliografia: a cena com visão do exterior é agradável mesmo sob elevadas relações de luminâncias (Figura 5a e Figura 7); ela só se torna efetivamente desagradável quando ocorrem fortes reflexos de superfícies polidas ou quando a visão do exterior não é interessante, como, por exemplo, pequenas áreas de céu, como revelam análises das imagens.

Como os atributos de ordem não isoladamente não indicaram a preferência por cenas, partiu-se para o segundo passo, agrupando análises conforme descrito na metodologia. A Tabela 1 apresenta a síntese dos resultados obtidos nos levantamentos e na Tabela 2 estão as frequências de respostas coincidentes.

Tabela 1- Tipo de resposta dos entrevistados em relação à análise luminotécnica e de atributos arquitetônicos da cena observada.

Número de respostas dos entrevistados								Conceito do entrevistado (A)	Análise das condições luminotécnicas (B)	Análise dos atributos arquitetônicos (C)
Visual mais agradável				Visual mais desagradável						
Hotel	Hosp.	Clube	Total	Hotel	Hosp.	Clube	Total			
3	39	9	51	0	1	9	5	Bom	Bom	Bom
0	0	8	8	1	0	8	4	Bom	Bom	Regular
0	0	4	4	2	0	4	3	Bom	Bom	Ruim
0	14	5	19	0	0	5	3	Bom	Regular	Bom
0	0	1	1	0	0	1	2	Bom	Regular	Regular
0	0	0	0	0	1	0	5	Bom	Regular	Ruim
3	4	0	7	2	2	0	5	Bom	Ruim	Bom
0	0	0	0	0	0	0	1	Bom	Ruim	Regular
0	0	0	0	1	0	0	1	Bom	Ruim	Ruim
6	57	27	90	6	4	27	29	Subtotal “Bom”		
3	0	6	9	0	11	6	14	Regular	Bom	Bom
0	0	4	4	0	0	4	1	Regular	Bom	Regular
0	0	0	0	0	0	0	1	Regular	Bom	Ruim
0	1	1	2	0	12	1	14	Regular	Regular	Bom
0	0	0	0	0	0	0	2	Regular	Regular	Regular
0	0	0	0	0	0	0	1	Regular	Regular	Ruim
0	3	0	3	3	2	0	6	Regular	Ruim	Bom
0	0	0	0	0	0	0	1	Regular	Ruim	Regular
0	0	0	0	0	0	0	0	Regular	Ruim	Ruim
3	4	11	18	3	25	11	40	Subtotal “Regular”		

Número de respostas dos entrevistados								Conceito do entrevistado (A)	Análise das condições luminotécnicas (B)	Análise dos atributos arquitetônicos (C)
Visual mais agradável				Visual mais desagradável						
Hotel	Hosp.	Clube	Total	Hotel	Hosp.	Clube	Total			
0	0	0	0	0	2	0	2	Ruim	Bom	Bom
0	0	0	0	0	0	0	0	Ruim	Bom	Regular
0	0	1	1	0	1	1	3	Ruim	Bom	Ruim
0	0	0	0	0	3	0	6	Ruim	Regular	Bom
0	0	1	1	0	0	1	1	Ruim	Regular	Regular
0	0	0	0	0	2	0	4	Ruim	Regular	Ruim
0	0	0	0	0	26	0	27	Ruim	Ruim	Bom
0	0	0	0	0	0	0	0	Ruim	Ruim	Regular
0	0	0	0	0	0	0	0	Ruim	Ruim	Ruim
0	0	2	2	0	34	2	43	Subtotal "Ruim"		
1	5	0	6	1	3	0	4	Não responderam		
10	66	40	116	10	66	40	116	Total		

A Tabela 1 dá uma indicação sobre a percepção da qualidade do ambiente pelo usuário (coluna A) e pelos pesquisadores (colunas B e C). Não há surpresa no fato das vistas mais agradáveis terem recebido conceito "Bom" por parte dos usuários, mas um número significativo de vistas desagradáveis do hall do clube foram classificadas como "Bom", enquanto um número também significativo dessas vistas nas salas de espera do hospital receberam conceitos "Regular" e "Ruim". Neste último caso, a maioria dessas vistas recebeu atribuição "Bom" em relação aos atributos arquitetônicos e conceitos variáveis quanto aos atributos luminotécnicos. Nota-se também a maior intolerância dos entrevistados no hospital quanto às cenas mais desagradáveis, resultante em alta frequência de conceitos "Regular" e "Ruim".

A verificação de relação entre conforto visual, qualidade da iluminação e atributos de ordem arquitetônica pode ser feita pela correspondência entre os conceitos atribuídos pelos pesquisadores e pelos entrevistados, na Tabela 2.

Tabela 2 – Coincidência de respostas na Tabela 1.

Correspondência de conceitos	Número de respostas dos entrevistados							
	Visual mais agradável				Visual mais desagradável			
	Hotel	Hosp.	Clube	Total	Hotel	Hosp.	Clube	Total
A = B = C	3	39	9	51	0	1	6	7
A = B ≠ C	0	1	13	14	3	38	8	49
A = C ≠ B	3	18	10	31	2	5	10	17
A ≠ B ≠ C	7	26	18	51	7	27	26	60
Discordâncias extremas	0	0	0	0	1	2	0	3
Prevalece iluminação, A = B = Bom	0	0	12	12	3	0	4	7
Prevalece iluminação, A = B = Ruim	0	0	0	0	0	26	1	27
Prevalece ordem, A = C = Bom	3	18	5	26	2	2	4	8
Prevalece ordem, A = C = Ruim	0	0	1	1	0	3	4	7

A coincidência dos três conceitos (A = B = C) é relativamente baixa: $51:166 = 44,0\%$ para as cenas mais agradáveis e somente $7:166 = 6,0\%$ para as cenas mais desagradáveis. A maior frequência dessa correspondência ocorreu com o ambiente avaliado como "Bom" pelos entrevistados e nas salas de espera do hospital.

A influência da boa condição luminotécnica é dada pela igualdade A = B: $14:166 = 12,1\%$ para as cenas mais agradáveis e $49:166 = 42,2\%$ para as cenas mais desagradáveis. Nesse caso, a maior frequência ocorre também nas salas de espera do hospital, mas para as cenas desagradáveis. É possível analisar também a preponderância da influência dos conceitos da coluna B sobre os da coluna C, da frequência de grupos "A = B = Bom; C = Regular ou Ruim", e "A = B = Ruim; C = Bom ou Regular": $12:116 = 10,3\%$ para as cenas mais agradáveis e $34:116 = 29,3\%$ para as cenas mais desagradáveis.

Os atributos de ordem arquitetônica são analisados pela igualdade A = C: $31:116 = 26,7\%$ para as cenas mais agradáveis e $17:116 = 14,6\%$ para as cenas mais desagradáveis. Para analisar a preponderância dos conceitos da coluna C sobre os da coluna B considerou-se a frequência de grupos "A = C = Bom; B = Regular ou Ruim", e "A = C = Ruim; B = Bom ou Regular": $27:116 = 23,3\%$ para as cenas mais agradáveis e $15:116 = 12,9\%$ para as cenas mais desagradáveis.

Quando se analisa a preponderância de um fator sobre o outro, a ordem arquitetônica é mais importante nas cenas mais agradáveis (26:116 = 22,4%), enquanto nas cenas mais desagradáveis a má qualidade da iluminação exerce mais influência (27:116 = 23,3%).

Finalmente, a frequência de ausência total de correspondência entre as análises foi grande: 51:116 = 44,0% para as cenas mais agradáveis e 60:116 = 51,7% para as cenas mais desagradáveis. Por outro lado, a frequência de discordâncias extremas entre conceitos atribuídos pelos entrevistados e pelos pesquisadores, do tipo “A = Bom; B = C = Ruim” e “A = Ruim; B = C = Bom”, foi baixa: 1:116 = 0,8% e 2:116 = 1,7%, respectivamente, para o primeiro e o segundo caso.

A maior dificuldade encontrada no desenvolvimento do trabalho foi a falta de controle sobre o ambiente, o que gera uma grande quantidade de fatores que acabam por interferir nos resultados não exatamente devido às variáveis que se propõe a investigar. Assim, o estado psicológico do entrevistado e, conseqüentemente, a predisposição a participar da pesquisa e as impressões sobre o ambiente em que se encontra, é bastante distinto nos três locais estudados. Isso explica, por exemplo, a pequena amostra no hall do hotel (que foi composta basicamente pelos funcionários do local), a resposta incompleta da pesquisa no hall do hotel e no hospital e, por outro lado, a tolerância (conceito “Bom”) dos frequentadores do clube às cenas menos agradáveis.

A análise individualizada das fotos das cenas consideradas agradáveis, mas que receberam conceitos “Regular” ou “Ruim” quanto às condições fotométricas, mostra que elas contemplam a visão do exterior, com distribuição de luminância no campo visual altamente heterogênea, em alguns casos com possibilidade de ofuscamento, mas os entrevistados mostraram grande tolerância a essas situações, comprovando resultados de algumas pesquisas relatadas na bibliografia.

A análise da cena em relação a atributos de ordem arquitetônica é algo restrito à área de atuação do arquiteto e, mesmo assim, foi necessário um tempo para que os pesquisadores passassem, após um treinamento em conjunto, a atribuir conceitos semelhantes para cenas analisadas a partir das fotos. Em geral, o julgamento era afetado pelo fato da pessoa que analisava a foto conhecer pessoalmente o ambiente.

Finalmente, os atributos luminotécnicos e de ordem arquitetônica não são os únicos a determinarem uma percepção positiva ou negativa de um ambiente. Num local onde não há controle das variáveis envolvidas, outras variáveis que não as de interesse interferem nos resultados.

Assim, esse conjunto de fatores pode explicar a alta frequência de conceitos diferentes para um mesmo local.

5. CONCLUSÕES

Como a qualidade da iluminação é afetada por uma série de fatores não relacionada diretamente às suas grandezas físicas, procurou-se, nesse estudo, verificar a existência de relação entre conforto visual e atributos de ordem arquitetônica. Para tanto, foram feitos, em três ambientes, levantamentos de variáveis fotométricas normalmente associadas ao conforto visual e de elementos de ordem arquitetônica. Como a percepção desses elementos e da qualidade da iluminação depende do ponto do observador e da direção de observação do espaço, foram feitos levantamentos luminotécnicos e fotográficos de cenas consideradas mais agradáveis e mais desagradáveis em cada ponto ocupado por um usuário entrevistado, além de serem colhidas suas respostas a questões sobre qualidade da iluminação, através de um questionário. A luminância da superfície de atividade visual e, principalmente, a distribuição de luminâncias nas fotos e a presença ou não nelas de atributos de ordem arquitetônica, foram analisadas em relação a parâmetros obtidos na bibliografia.

Posteriormente, aos resultados dos questionários, das análises das condições de iluminação e sobre atributos de ordem em cada cena, foram atribuídos conceitos para possibilitar a comparação conjunta.

A pesquisa mostrou que a percepção de parâmetros de qualidade espacial depende de sua posição e direção de observação no ambiente: numa mesma posição, cada entrevistado apontou e conceituou pelo menos uma vista como agradável e outra como desagradável.

A análise isolada dos parâmetros de ordem arquitetônica ou de qualidade lumínica não resultou em indicativos para uma conclusão; no entanto, a análise conjunta dos resultados apontou para a existência de relação entre conforto visual, qualidade da iluminação e presença de elementos de ordem arquitetônica da cena observada, embora de forma não conclusiva: quando se analisam as cenas mais agradáveis, prevalece a ordem arquitetônica, enquanto nas cenas mais desagradáveis a importância recai sobre a qualidade da iluminação.

Essa pesquisa aponta um possível caminho para análises mais complexas do ambiente visual. No entanto, são necessários refinamentos, tanto na redução de subjetividade na elaboração dos critérios de avaliação como no controle sobre o ambiente e o estado emocional dos usuários, de forma a reduzir a interferência de variáveis que possam interferir nos resultados, e a redução de fatores subjetivos na

elaboração de conceitos sobre a cena em estudo. Como explicita o título do artigo, ela é uma primeira aproximação no sentido de ampliar o contexto da avaliação da qualidade da iluminação, incluindo variáveis que são relatadas como condicionantes da percepção visual, mas sobre as quais não se têm estudos sistematizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5413 – Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1992.
- BOYCE, P. R. **Human factors in lighting**. 2. ed. London : Taylor & Francis, 2003.
- DONIS A. **Sintaxe da linguagem visual**. Trad. de Jefferson Luiz Camargo. 2. ed. São Paulo : Martins Fontes, 1997.
- CHING, F. D. K. **Arquitetura, forma, espaço e ordem**. Trad. de Alvimar Helena Lamparelli. São Paulo : Martins Fontes, 1998.
- FARIA, J. R. G. Análises de distribuição de luminâncias através de imagens HDR compostas por fotos de câmeras snapshot *In*: ENCAC-ELACAC 2007 - IX Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFMG/ANTAC, 2007. p.677 - 686
- FARIA, J. R. G.; SANTOS, A. P. M.; SILVA, C. M.; TESCARO, J. L. Aplicações de imagens HDR compostas por fotos digitais em análises de distribuição de luminâncias. *In*: ENCAC-ELACAC 2007 - IX Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2007. v. 1. p. 687-696.
- GANSLANDT, R.; HOFMANN, H. **Handbook of lighting design**. ERCO ed. Lüdenscheid, Germany : Vieweg, 1992. Disponível em: <http://www.erco.com/download/data/30_media/20_handbook/en_erco_lichtplanung.pdf>. Acesso em: 25 set. 2008.
- GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre : Bookman, 1998.
- HALONEN, L.; TETRI, E.; BHUSAL, P. **Guidebook on energy efficient electric lighting for buildings**. Finland : Aalto University, School of Science and Technology, Department of Electronics, Lighting Unit, 2010. Disponível em: <<http://lightinglab.fi/IEAAnnex45/>>. Acesso em: 24 nov. 2010.
- TUAYCHAROEN, N.; TREGENZA, P. R. Discomfort glare from interesting images. **Lighting Res. Technol.** v.37, n.4, p. 329-341, 2005.
- VEITCH, J. A. Psychological processes influencing lighting quality. **Journal of the Illuminating Engineering Society**, v.30, n.1, p. 124-140, 2001.
- ZVEI Electric Luminaires. **ZVEI guide to DIN EN 12464-1**. Frankfurt : ZVEI, 2005.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelos recursos financeiros aplicados no projeto, na forma de bolsas de iniciação científica (processos nºs 2008/06797-0, 2008/06874-4 e 2008/06958-3).