

EIXO TEMÁTICO:

- | | | |
|---|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Ambiente e Sustentabilidade | <input type="checkbox"/> Crítica, Documentação e Reflexão | <input type="checkbox"/> Espaço Público e Cidadania |
| <input type="checkbox"/> Habitação e Direito à Cidade | <input type="checkbox"/> Infraestrutura e Mobilidade | <input type="checkbox"/> Novos processos e novas tecnologias |
| <input type="checkbox"/> Patrimônio, Cultura e Identidade | | |

Qualidade da Iluminação Natural e a satisfação do usuário

Daylighting Quality and the User's Satisfaction

Calidad de iluminación natural y la satisfacción del usuario

FERNANDES, Júlia Teixeira (1);

AMORIM, Claudia Naves David (2)

(1) Doutoranda, Universidade de Brasília UnB – PPG, Brasília, DF, Brasil; email: julia@fernandescapanema.com.br

(2) Professora Doutora, Universidade de Brasília UnB – PPG, Brasília, DF, Brasil; email: clamorim@unb.br

Qualidade da iluminação natural e a satisfação do usuário

Daylighting Quality and the User's Satisfaction

Calidad de iluminación natural y la satisfacción del usuario

RESUMO

A reflexão atual sobre a qualidade da iluminação natural tornou-se relevante à área de eficiência energética, e o início das discussões parte da definição de critérios quantitativos, como iluminâncias. No entanto, pesquisas com os usuários demonstram que alguns aspectos, como por exemplo o desconforto por ofuscamento, podem não ser tão problemáticos quanto previsto, dependendo de fatores como a vista exterior da janela, ressaltando-se a importância de se comparar as referências com a preferência dos usuários. Esta pesquisa, oriunda de tese de doutorado em andamento, investiga a qualidade da iluminação natural utilizando a percepção do usuário em ambientes reais como ferramenta na validação dos padrões estabelecidos como ideais, em termos de desempenho visual, conforto visual e satisfação, com uma abordagem multi-métodos. Este artigo é uma fase intermediária, com uma avaliação do Protocolo de Monitoramento IEA SHC Task 50 (versão maio 2014), que estabelece um método padronizado de avaliação. Os resultados indicam uma certa complexidade do protocolo, que dificilmente poderia ser utilizado por não especialistas. Apesar das limitações detectadas, ressalta-se que o Protocolo é uma importante ferramenta para avaliação da iluminação em ambientes reais com a participação do usuário.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade iluminação, satisfação do usuário, ambientes reais

ABSTRACT

The current reflection on the daylighting quality becomes relevant to the area of energy efficiency, and the beginning of the discussions of the definition of quantitative criteria such as illuminance. However, user surveys show that some aspects, such as discomfort glare, may not be as problematic as expected, depending on factors like the view outside the window, highlighting the importance of comparing the results with users' preference. This research originated from a doctoral thesis in progress, investigating the quality daylighting using the user perception in real environments as a tool to validate the standards established as ideal in terms of visual performance, visual comfort and satisfaction with a multi approach -methods. This paper presents intermediate phase, with a review of the IEA SHC Task Monitoring Protocol 50 (May 2014 version) establishing a standardized evaluation method. The results indicate a certain complexity of the protocol, which could hardly be used by non-specialists. Despite the limitations detected, it is emphasized that the Protocol is an important tool for assessing the lighting in real environments with user participation.

KEY-WORDS: daylighting quality; user's satisfaction, real environment

RESUMEN

La reflexión actual sobre la calidad de la iluminación natural se vuelve relevante para el ámbito de la eficiencia energética, y el comienzo de los debates de la definición de los criterios cuantitativos tales como la iluminancia. Sin embargo, las encuestas de usuarios muestran que algunos aspectos, como el deslumbramiento molesto, no puede ser tan problemático como se esperaba, dependiendo de factores como la vista fuera de la ventana, poniendo de relieve la importancia de comparar los resultados con la preferencia de los usuarios. Esta investigación es una tesis doctoral en curso e investiga la calidad de la iluminación natural mediante la percepción del usuario en entornos reales como herramienta para validar los estándares establecidos como ideal en términos de rendimiento visual, confort visual y la satisfacción. En este trabajo se presenta la fase intermedia, con una revisión de la IEA SHC tarea de supervisión Protocolo 50 (mayo 2014 versión) el establecimiento de un método de evaluación estandarizada. Los resultados indican una cierta complejidad del protocolo, lo que difícilmente podría ser



utilizado por los no especialistas. A pesar de las limitaciones detectadas, se hace hincapié en que el Protocolo es una herramienta importante para evaluar la iluminación en entornos reales con participación de los usuarios.

PALABRAS-CLAVE: *calidad de la iluminación, la satisfacción del usuario, entornos reales*

INTRODUÇÃO

Uma vez que a iluminação natural tem um caráter dinâmico e com uma grande quantidade de variáveis, os seus estudos tornam-se complexos, dificultando a criação de métodos, índices e critérios específicos. Percebe-se que as normas e recomendações ainda têm uma abordagem mais voltada para o desempenho da iluminação artificial e estão ligadas a aspectos como desenvolvimento econômico, tendo seu maior foco na avaliação quantitativa, principalmente em relação aos níveis e distribuição de iluminâncias (BOYCE, 2003; FERNANDES & AMORIM, 2013)

Algumas questões podem ser levantadas a este respeito: o ser humano percebe a luz natural da mesma forma e necessita da mesma quantidade de luz, independentemente da fonte usada? Se não, qual seria a quantidade mínima e como a luz natural deve ser percebida? As normas, neste caso, poderiam apresentar índices diferenciados para a luz natural e artificial, potencializando o uso adequado da iluminação natural e otimizando seus benefícios.

Mesmo com a luz natural disponível, é comum detectar espaços que funcionam priorizando a iluminação artificial, ao invés de utilizá-la como uma complementação. Uma das razões para que isso aconteça é a maior facilidade de dimensionamento, controle e uniformidade do comportamento da iluminação artificial, além da comodidade e da rotina estabelecidas pelo usuário (FERNANDES & AMORIM, 2013).

A grande questão atual é que os estudos devem associar os aspectos quantitativos e qualitativos da luz. (DEHOFF, 2010; AMORIM, SCARAZZATO, VIEIRA & PEREIRA, 2011; FERNANDES & AMORIM, 2013)

A preocupação com o estudo da qualidade da luz é relativamente nova, sendo a partir de 1999 que a IESNA (*Illuminating Engineering Society of North America*) trata do termo com alguma consistência técnica, definindo três grandes aspectos a serem avaliados de forma integrada: necessidades humanas, aspectos econômicos e ambientais e arquitetura. (FERNANDES & AMORIM, 2013)

A qualidade da luz é um conceito complexo e atualmente as diretrizes sugerem soluções baseadas em uma abordagem que incorpore tanto os conceitos de conforto visual e de composição arquitetônica, como as possíveis relações perceptivas entre usuário e a luz. (VEITCH, 2006)

Os avanços metodológicos (como simulações computacionais dinâmicas e fotografia HDR, por exemplo), aliados aos novos conceitos qualitativos da iluminação, direcionam um novo olhar às normas, indicadores e padrões para a iluminação. Por ser grande o número desses estudos utilizando simulações computacionais, passa a ser fundamental a comprovação do desempenho pela vivência do usuário, peça-chave na avaliação qualitativa da luz (GALASIU E VEITCH, 2006)

A tese busca inserir-se nesta demanda de investigação da qualidade da iluminação natural em escritórios, com uma abordagem multi-métodos, utilizando a percepção do usuário como grande ferramenta na validação dos padrões estabelecidos como ideais.

Este artigo apresenta uma fase intermediária da pesquisa, onde foi avaliado na prática o Protocolo de Monitoramento IEA SHC Task 50 (*Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofits, maio 2014*), em especial, os procedimentos específicos da avaliação da satisfação do usuário.

1 ORGANIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA

A pesquisa parte do problema inicial de que grande parte dos estudos e diretrizes teóricas de iluminação foca em aspectos quantitativos, e que estes podem não estar de acordo com a satisfação dos usuários. O avanço dos métodos de simulação contribuiu para a agilidade e amplitude dos processos de avaliação. É possível ter maior controle das variáveis, assim como fazer simulações computacionais de um número enorme de situações. Diversas normas e recomendações surgem a partir destes estudos, mas é preocupante a não validação destes resultados com a vivência das pessoas em ambientes reais.

Detecta-se a necessidade de estudar a iluminação natural dos espaços sob a ótica da inter-relação entre o homem e o ambiente. Em Gunther (2004) é possível perceber, que os Estudos Pessoas-Ambientes (EPA) ainda precisam de um tratamento inter, multi e /ou transdisciplinar (IMT) dos temas trabalhados. O autor ressalta a necessidade dos estudos abrangerem três instâncias básicas, o ambiente, a instituição e os ocupantes/usuários, de modo a envolverem, necessariamente, métodos centrados no lugar (o que faz a arquitetura) e centrados na pessoa (o que faz a psicologia). “Isso significa a junção de métodos descritivos/quantitativos, e avaliativos/qualitativos, ampliando e aprofundando as possibilidades de análise dos fenômenos estudados.”

Pesquisas buscam a abordagem interdisciplinar na avaliação dos ambientes, em especial, com estudos em ambientes reais, uma vez que a familiaridade, proximidade e cotidiano do usuário com o objeto de estudo, “transforma esse indivíduo em um crítico severo e abalizado.” (ELALI, 1997)

Galasiu e Veitch (2006) apresentam ampla revisão bibliográfica sobre questões subjetivas ligadas ao uso de iluminação natural em edifícios de escritórios, como foco nos estudos de preferências das condições físicas e luminosas e estudos de satisfação do usuário. A literatura mostra uma preferência consistente e forte pela iluminação natural e uma diversidade de preferências entre os indivíduos em relação aos níveis de iluminação natural em escritórios.

Os autores revelam que ainda não se sabe quais seriam as características do sistema de iluminação natural e seu controle mais adequados e aceitáveis, nem o intervalo de condições luminosas que o sistema deve permitir.

Dentre as importantes lacunas detectadas, destacam-se:

- O desconforto por ofuscamento é menos problemático do que previsto, uma vez que depende em parte, da qualidade da visão exterior da janela, e distância do usuário da janela;

- É necessário recomendações mais genéricas ou mais específicas??? para as várias orientações, condições climáticas, momentos do dia, latitudes, estações, sistemas construtivos e tipos de janela, culturas e indivíduos. Os estudos encontrados impedem generalizações confiáveis porque são predominantemente do hemisfério norte, em países industrializados.
- Expandir a gama de condições luminosas estudadas, além da iluminância horizontal simples. A ausência de notificação de outras métricas impede conclusões confiáveis sobre a preferência das luminâncias verticais, índices de luminância, etc.
- Comparar as condições luminosas escolhidas pelos indivíduos e as condições que eles relatam que querem e o que as normas apontam como recomendações.

Assim, parte-se da hipótese de que as condições de satisfação do usuário interferem na percepção da qualidade da iluminação natural do ambiente. Aspectos inerentes à relação do usuário com a janela, principalmente os que interferem na qualidade da vista externa, alteram sua percepção, e por isso podem modificar as premissas “ideais” de desempenho e conforto visual.

Nesta investigação da relação da arquitetura e a percepção do usuário, o foco será a janela e sua influência no desempenho visual, conforto visual e satisfação. Parte-se do princípio de que existem informações teóricas (métodos, parâmetros, critérios e índices) suficientes para a criação de padrões do desempenho da iluminação natural em escritório, mas que estes precisariam ser validados pelo usuário de ambientes reais.

O padrão, por natureza, é formado por uma série de informações e diretrizes para solucionar um problema, diagnosticado por sua repetida ocorrência. Para um contexto específico, onde existe uma situação sendo continuamente percebida, o padrão é uma solução que pode ser reutilizada de forma mais prática, sem a necessidade de estudos teóricos ou avaliações complexas. (ALEXANDER, 1977)

Supõe-se que seja possível definir situações espaciais típicas e realizar o seu diagnóstico luminoso, o que definiria respostas genéricas às principais situações de iluminação natural em escritórios. Estes padrões seriam generalizações, relacionadas às condições climáticas locais (latitude), que teriam como principal objetivo, dar respostas gerais, mas imediatas, contribuindo para a melhoria do desempenho do projeto na fase inicial, recomendações ou avaliações preliminares de ambientes existentes.

A percepção do usuário em ambientes reais será o importante validador dos padrões definidos previamente por meio da simulação computacional, o que diminuiria as divergências e distanciamentos da teoria e os estudos em ambientes existentes.

Para isso, partiu-se para uma abordagem Quanti-qualitativa ou Quali-quantitativa, que busca traduzir em números as opiniões e informações. O ambiente natural é a grande fonte direta para coleta de dados. Por ser uma investigação sócio-ambiental, é importante a combinação de procedimentos qualitativos e quantitativos, pois a abordagem combinada permite uma visão mais holística, com enfoque múltiplo, fortalece os resultados e permite avaliação de situações mais complexas, com diferentes ângulos de observação.

A definição das variáveis de estudo foi fundamental para estruturação das fases de avaliação. Elas foram organizadas em Variáveis Independentes (do Espaço, do Meio Ambiente e do Ser Humano), sendo aquelas que influenciam na qualidade da iluminação natural; e Variáveis

Dependentes (Desempenho Visual, Conforto Visual e Satisfação), que são os parâmetros influenciados e que determinam a qualidade da iluminação natural.

Dentre as variáveis Independentes, foram selecionadas aquelas que seriam investigadas e foco dos experimentos (simulação computacional e questionários com os usuários de ambientes reais). A escolha deu-se em função do seu objetivo maior: estudar a relação da janela e usuário, e como a satisfação deste influencia na qualidade final da iluminação natural do ambiente.

Tabela 01: Variáveis da Pesquisa.

VARIÁVEIS DE ESTUDO (experimentos)	VARIÁVEIS INDEPENDENTES (suposta causa / afetam / influenciam)	VARIÁVEIS DEPENDENTES (suposto efeito / são afetadas / são influenciados)	
		Parâmetro	Critério
JANELA: - Tipo de Abertura - Percentual de Abertura - Proteção Solar SITUAÇÃO DO USUÁRIO: Posição, Enquadramento da vista, Ângulo de Visão exterior, Informações ambientais externas, Densidade de ocupação do ambiente	ESPAÇO: Tipologia, Tarefa, Área, Geometria, Refletância dos Materiais superficiais, Vidro, Iluminação Artificial, Controle da iluminação, Número de Ocupantes, Tipo de Abertura, Percentual de Abertura, Proteção Solar, Número de Ocupantes, Enquadramento da vista, Ângulo de Visão, Posição do Usuário, Distância da Janela, etc.	DESEMPENHO VISUAL	- Níveis de Iluminância - Distribuição de Iluminâncias
	MEIO AMBIENTE: Dia e Horário, Latitude e Longitude, Clima, Tipo de Céu, Disponibilidade de Luz, Insolação, - Orientação, Obstrução Externa, ETC.		CONFORTO VISUAL
	HUMANAS: Idade, Gênero, Destro ou Canhoto, Saúde Emocional e Física, etc.	SATISFAÇÃO DO USUÁRIO	- Qualidade da vista externa - Bem-estar

Foi importante fazer a compatibilização com as variáveis definidas pela pesquisa de doutorado do Labcon/UFSC, também membro do Projeto de Pesquisa do Convênio Eletrobrás / CIE-Brasil. A referida pesquisa objetiva avaliar as possibilidades e as limitações da aplicação de redes neurais artificiais para a predição do aproveitamento da iluminação natural, visando a redução do consumo energético em edificações de escritórios. A integração das pesquisas pode gerar compilações de dados e possíveis comparações futuras.

Tabela 02: Comparação das Variáveis das Pesquisas da UFSC e UnB.

Variáveis para simulações	PESQUISA UFSC (EFICIÊNCIA ENERGÉTICA) (Raphaella W. Fonseca e Prof. Fernando O. Pereira)		PESQUISA UnB (QUALIDADE DA ILUMINAÇÃO)	
Objetivos	Avaliação da iluminação natural e eficiência energética, com uso de simulações e redes neurais		Avaliação da qualidade da iluminação natural, com simulação de padrões e satisfação do usuário	
Variáveis	Variações	Detalhamento	Variáveis	Detalhamento
Localidades	3	Latitudes: Florianópolis, Brasília e Belém	1	Latitudes: Florianópolis, Brasília e Belém
Geometria	4	Profundo, Isométrico, Largo e Alto	3	Profundo, Isométrico, Largo
Iluminância alvo	3	100, 300, 500	3	100, 300
Refletâncias	3	80-80-20; 80-40-20; 40-40-20	3	80-80-20; 80-40-20; 40-40-20
Abertura	4	PAF = 20%, 50% e 80%, PAZ	3	PAF = 20%, 50% e 80%
Tipo de Abertura	NA	Não se aplica	3	Pano de Vidro, Horizontal e Espaçada
Proteção Externa	8	4 horizontais e 4 verticais	4	Sem, Horizontal, Vertical e Tela (Mista)
Vidro: Fator Solar/Transm. Luminosa	6	Combinações de FS e Transmissão Luminosa	3	Transmissão Luminosa baixa, média e alta
Orientações	8	N, S, L, O, NE, NO, SE, S	4	N, S, L, O
Padrão de uso	3	(8-12-24) - horário de trabalho, "horas de luz do dia", período total	1	8 às 18h
Obstrução	4	0 com influência do piso externo, 0 sem influência do piso externo, 40, 80	NA	Não se aplica
Posição do Usuário	NA	Não se aplica	2	Frontal e Lateral em relação à Janela

Distancia do Usuário à janela	NA	Não se aplica	3	Perto, Médio, distante
Absortância/transmitância	3	adiabático, pouca troca, média troca	NA	Não se aplica
k	3	2x4, 4x8, 8x16	NA	Não se aplica
DCI	3	(20,40,65)	NA	Não se aplica
DPI	3	2, 12, 20 W/m ²	NA	Não se aplica
Total Simulações	5.971.968	(17.915.904 para 3 latitudes)	69.984	Para 1 Latitude - Brasília

Percebe-se que apesar das duas pesquisas usarem grande parte das mesmas variáveis, o foco de cada uma delas define uma quantidade bem diferente de simulações computacionais, uma vez que este método será apenas a primeira etapa de avaliação desta pesquisa, pois gerará os padrões que serão validados pelos usuários de ambientes reais.

Uma das grandes dificuldades apontadas na avaliação de ambientes reais é a falta de controle das variáveis e a dificuldade de comparação dos resultados. Por isso, foram escolhidas variáveis de estudo bem específicas da relação do usuário e janela e como estas influenciam na qualidade da iluminação natural do ambiente. A partir das simulações computacionais prévias, para a criação dos padrões (Etapa1), serão realizados Levantamentos em ambientes reais, para validação e/ou alteração dos padrões segundo os níveis de satisfação dos usuários (Etapa 2). Na análise de dados serão usados métodos estatísticos para correlacionar as variáveis, buscando definir a natureza da relação e quantificar a importância de cada uma delas na qualidade da iluminação natural.

A pesquisa encontra-se em fase intermediária, onde já foram definidos os modelos e programas para simulação computacional, e está sendo estruturado o levantamento de dados em ambientes reais. Para isso, é fundamental a realização de “medições testes”, para verificação da aplicabilidade dos procedimentos, viabilidades e restrições.

O questionário final para avaliação da qualidade da iluminação junto aos usuários será estruturado com base em referências como TASK 31 (*Assessment of daylight quality in simple rooms*, Danish Building Research Institute, 2006), IEA TASK 21 (*Post occupancy evaluation of daylight in buildings*, 1999) e IEA SHC Task 50 (*Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofits*), sendo este último avaliado no presente artigo.

2 OBJETIVO DO ARTIGO

Dentro do contexto geral da tese, este artigo busca avaliar a aplicabilidade do Protocolo de Monitoramento IEA SHC Task 50 (*Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofits, versão maio 2014*) para avaliação de ambientes reais, especialmente nos aspectos referentes à avaliação da satisfação do usuário.

O referido protocolo é importante por ser uma compilação de ferramentas e métodos internacionalmente validados, além de investigar simultaneamente aspectos da iluminação como eficiência energética, custo, ambiente luminoso e satisfação do usuário. Está atualmente em fase de desenvolvimento e a versão aqui avaliada é de maio de 2014.

3 O PROTOCOLO DE MONITORAMENTO IEA SHC Task 50

3.1 DESCRIÇÃO GERAL

O IEA SHC Task 50 (*Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofits*) é um documento que apresenta um protocolo de controle para avaliar o desempenho global de iluminação e/ou o retrofit de iluminação de um edifício. O protocolo é desenvolvido no contexto da IEA SHC Task 50: *Advanced Lighting Solutions for Retrofitting Buildings*, que foca na avaliação de edifícios não residenciais existentes.

Este protocolo baseia-se na suposição de que as edificações podem ser monitorizadas antes e após o retrofit. No entanto, em casos onde não é possível monitorar a situação de pré-retrofit devido a limitações de ordem prática, é proposto um método alternativo. Este método consiste em comparar os valores obtidos a partir do programa de monitoramento pós-retrofit e valores de referência para tipos similares de edifícios existentes.

O IEA busca obter uma visão abrangente do mercado em relação ao retrofit de iluminação, fomentar a discussão, iniciar a revisão e consolidação dos programas de regulamentação, certificações e de financiamentos, locais e nacionais (IEA, 2014).

O protocolo é escrito como um documento de orientação geral, e pretende-se que ser usado por avaliadores não-especialistas. O fluxo geral das etapas, assim como a estrutura do documento, segue as seguintes fases: Visita exploratória inicial ao edifício; Fase de decisão; Fase preparatória; Programa de monitoramento e Fase de Análise.

O protocolo abrange quatro aspectos fundamentais:

- Ambiente luminoso: avaliação objetiva com de medições de critérios
- Satisfação do usuário: uma avaliação subjetiva, por meio dos julgamentos dos questionários aos usuários e especialistas sobre a qualidade da iluminação.
- Eficiência energética: o consumo energético
- Custos: custo total do retrofit de iluminação ou iluminação natural

São estabelecidas condições específicas para cada parâmetro, dependendo do tipo de monitoramento (Mínimo ou Completo). As análises baseiam-se em referências normativas ou teóricas validadas.

Tabela 03: Sistematização dos Procedimentos de Monitoramento

Eficiência energética	Monitoramento mínimo (2 ou 4 dias, período de 4 meses)	Monitoramento completo (1 ano)
Quando monitorar?	Durante os dias de medição da qualidade da iluminação	Registro do consumo de energia para iluminação durante 1 ano
Parâmetros: O que monitorar? 1. Iluminação elétrica	- Uso do espaço - Área total do espaço - Dados do sistema e projeto de iluminação existente - Condições de operação	
Referências p/ Análise	- EN 15193-1:2014 (Cálculo do LENI)	
Ambiente Luminoso	Monitoramento mínimo (2 ou 4 dias, período de 4 meses)	Monitoramento completo (4 ou 8 dias, período de 1,5 ano)
Tempo: quando monitorar?	3 vezes por dia (manhã ou tarde, meio dia, noite)	Contínuo durante dia e noite:

	- Dia nublado e Dia claro no equinócio (+- 1 mês)	- Dia claro, solstícios verão e inverno
Parâmetros: O que monitorar?	- Refletância das superfícies; Transmitância luminosa do vidro; Luminâncias: Lwall, Lceiling, Lcomputer, Ergorama (Lergo), Panorama (Lpano); Fotografia “olho de peixe” HDR; Luminância de superfície de referência cinza, eventualmente iluminada	
1. Distribuição		
2. Iluminância	- Iluminância global exterior horizontal (Ehg) - Iluminância difusa horizontal exterior (Ehd) - Iluminância vertical do céu (Evg) - Iluminância horizontal na tarefa (Etask) -- Exitância média das superfícies do ambiente (Mrs)	- Iluminância horizontal continua no plano de trabalho (de acordo com um gride) - Iluminância cilíndrica
3. Ofuscamento	- Observações (padrões de insolação, áreas de iluminância excessiva, reflexos); Fotografia HDR olho de peixe; Luminância da superfície cinza de referência; Iluminância na vertical Evertical eye (quando lentes olho de peixe não estão disponíveis); Detecção de reflexões veladas	
4. Direcionalidade	- Fotografia HDR de uma esfera branca perfeitamente difusora em ambos os lados; Detecção de sombras	- Iluminância cilíndrica
5. Cor	- Temperatura de cor correlata (lâmpadas, etc); Informações técnicas sobre o sistema de iluminação instalado; Cor das superfícies	- Poder de todo espectro de distribuição (SPD) - Componente biológico (não-visível)
6. Cintilância (lâmpadas piscando)	- Observações; Detecção com dispositivo de celular; Informações técnicas sobre o sistema de iluminação	- Sensor de iluminação conectado com um osciloscópio
7. Vista	- Fotografias da vista principal a partir de posições importantes e descrição da cena vista - Proporção área de vidro x área de piso e área de vidro x área das paredes internas - Informações técnicas sobre os dispositivos de proteção solar	
Referências p/ Análise	- EN 12464-1 2011, CIBSE 1997 IESNA 2000; CIBSE 1984; CEN WG11; EN 14501:2005	
Satisfação do Usuário	Monitoramento mínimo (2 ou 4 dias, período de 4 meses)	Monitoramento completo (4 ou 8 dias, período de 1,5 ano)
Quantos usuários são necessários?	>15 usuários habituais do espaço > 1 especialista em iluminação	> 30 usuários habituais do espaço > 1 especialista em iluminação
Tempo: quando monitorar?	Durante a avaliação de ambiente luminoso	
Parâmetros: O que monitorar?	- Questionário Geral e Entrevistas	
1. Experiência do Usuário	- Questionário Geral e Entrevistas - Formulário experiência diária - Questionário experiência luminosa (para antes e depois do retrofit)	
2. Opinião do Especialista	- Laudo	
Referências p/ Análise	Richard Küller ; Kelly R. et al	

Fonte: Adaptado de IEA SHC Task 50, maio 2014.

Percebe-se que mesmo o Monitoramento Mínimo proposto é um processo complexo, que exige grande disponibilização de recursos (equipamentos, equipe, tempo, etc) e equipe de especialistas.

3.2 A SATISFAÇÃO DO USUÁRIO

A avaliação da satisfação do usuário busca encontrar as situações onde o indivíduo tem sensações agradáveis, resultado de quando as coisas à sua volta estão a seu contento. As métricas referentes ao Ambiente Luminoso têm a vantagem de fornecer informações e dados objetivos, possíveis de comparação entre os espaços. Mas a investigação da experiência e opiniões dos usuários é uma ferramenta valiosa para uma melhor compreensão da complexidade da iluminação, pois auxilia a detectar ocorrências desagradáveis em locais específicos ou momentos transitórios. A seguir são descritas de forma sucinta as principais ferramentas propostas pelo protocolo.

3.2.1 Questionário geral

O Questionário Geral é um instrumento que combina perguntas fechadas e abertas e visa a uma compreensão geral do ambiente luminoso percebido. As questões envolvem a iluminação natural e artificial, na avaliação dos aspectos: Nível de Iluminação, Brilho, Restrição de Visão, Ofuscamento, Impressão do Ambiente e Controle da Iluminação. O tratamento de dados consiste na digitalização das perguntas e da implementação de uma folha de excel simples para elaborações básicas, tais como a pontuação média para as perguntas.

A análise do questionário geral consiste em uma média simples da pontuação para os diferentes itens. A pontuação média final é o principal resultado do questionário geral. O cálculo pode ser realizado usando uma planilha eletrônica e reportando a questão em uma coluna e as diferentes pontuações em colunas (tantas quanto o número de respondentes).

A pontuação é mostrada em uma escala de 7 pontos onde 1= negativo e 7=positivo. Devido ao fato de que algumas das questões seguem diferentes direções (por exemplo, votando 7 para o ofuscamento percebido na questão 5 significa que o usuário experimentou grande desconforto, portanto uma situação muito negativa), os pontos devem ser colocados em uma planilha eletrônica com a direção correta. Utiliza-se a seguinte tabela:

Tabela 04: Pontuação do Questionário Geral

questão n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
direção	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+

Onde: Se a questão tem uma direção positiva (+), use a pontuação como está e se a questão tem uma direção negativa (-), a Pontuação final deve ser= 8 – pontuação original. Por exemplo, a pontuação "7" para a questão 5 sobre ofuscamento, torna-se 8-7=1. A pontuação final 1 indica uma ocorrência muito negativa.

3.2.2 Questionário da Experiência Luminosa

O questionário de Experiência Luminosa é um instrumento validado, desenvolvido por Richard Küller, que dá um valor estatístico para 4 itens percebidos: qualidade, quantidade, aparência e de distribuição de luz. O questionário deve ser usado somente quando é possível acessar tanto o pré e pós retrofit, pois os resultados demonstrarão se houve melhoria ou piora na iluminação. A fim de maximizar a possibilidade de obter diferenças de significância estatística nos itens, o questionário deve ser aplicado apenas quando há mais de 30 respondentes e em pelo menos quatro ocasiões. Considerando a abordagem estatística, o monitoramento vai exigir também um pouco de experiência do pesquisador, uso de software adequado para análise estatística e algum tempo adicional para a digitalização e elaboração dos dados coletados.

3.2.3 Formulário da Experiência Diária

O formulário de experiência diária é um instrumento (Kelly R. et al, 2013) para registro em termos gerais da experiência luminosa do usuário, usando ícones gráficos para "bom", "ruim" ou "neutro". É simples e deve ser preenchido no final de cada dia de trabalho, durante um ano inteiro. Um pequeno espaço para comentários também é fornecido, mas não necessariamente precisa ser preenchido. O instrumento gera uma grande quantidade de dados, mas que pode ser rapidamente digitalizada. As informações fornecidas não apontam a causa para qualquer questão específica do ambiente luminoso, mas auxiliam na compreensão da funcionalidade do espaço.

4 APLICAÇÃO DO PROTOCOLO EM AMBIENTES REAIS

4.1 ESTUDOS DE CASO

A equipe do LACAM (Laboratório de Controle Ambiental/FAU/UnB) seguiu o protocolo para o estudo de dois edifícios, como teste, com objetivo de capacitação da equipe, avaliação do protocolo e geração de questionamentos e/ou apontamentos para sua melhoria.

Os edifícios foram escolhidos por suas condições distintas, que permitissem avaliar a adaptabilidade dos procedimentos e critérios propostos.

O primeiro edifício foi a sede do TJDFT (Tribunal de Justiça do Distrito Federal e dos Territórios), projeto da Zanettini Arquitetura, que ficou conhecido como Fórum Verde, por suas preocupações sustentáveis.

Tabela 05: Dados gerais do Edifício TJDFT

Nome do Edifício:	TJDFT (Fórum Verde)
Localização e Contexto Urbano:	<ul style="list-style-type: none"> - Brasília-DF - O Edifício encontra-se isolado, sem obstruções para incidência de radiação solar - Maiores fachadas orientadas no sentido nordeste/sudoeste.
Caracterização do Edifício:	<ul style="list-style-type: none"> - Bloco linear, com iluminação bilateral - Materiais superficiais externos com refletâncias médias - Percentual de abertura das fachadas em torno de 50 a 75%, mas com aberturas sombreadas e protegidas por grandes floreiras e tela metálica.
Ambiente Interno:	<ul style="list-style-type: none"> - Uso predominante: leitura, escrita e digitalização de processos - Open space, localizado no canto, com iluminação nas duas principais fachadas - Tipo de Aberturas: Pele de Vidro, com esquadrias divididas em 3 módulos na vertical, vidro verde com Fator Solar de 0,4. - Materiais Superficiais: refletâncias altas nas parede e teto, e média nos pisos - Quantidade de Usuários: 14 - Horário de Funcionamento: 12-19h - Data das Medições: 25/06/14

Figura 1: Vista Geral da Edificação



Figura 2: Planta do Ambiente

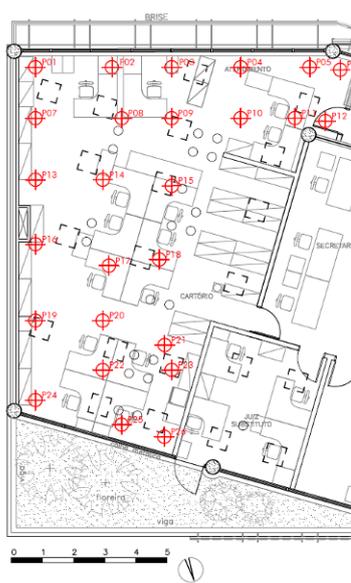


Figura 3: Vista do Ambiente



O segundo edifício estudado foi o Anexo III, projeto do arquiteto Oscar Niemeyer, que faz parte do complexo que compõe o TCU (Tribunal de Contas da União).

Tabela 06: Dados gerais do Anexo III TCU

Nome do Edifício:	TCU Anexo III
Localização e Contexto Urbano:	<ul style="list-style-type: none"> - Brasília-DF - O complexo do TCU encontra-se isolado, e as próprias edificações fazem obstruções para incidência de radiação solar - Maiores fachadas orientadas no sentido nordeste/sudoeste.
Caracterização do Edifício:	<ul style="list-style-type: none"> - Bloco linear, levemente arqueado, com iluminação bilateral - Materiais superficiais externos com refletâncias baixas (brises verticais verdes) - Percentual de abertura das fachadas em torno de 75 a 100%, mas com aberturas protegidas por grandes brises verticais fixos na fachada norte. A fachada sul não possui proteção.
Ambiente Interno:	<ul style="list-style-type: none"> - Uso predominante: leitura, escrita, e desenho de projetos no computador - Open space, localizado no centro do edifício, com iluminação para fachada norte - Tipo de Aberturas: Pele de Vidro, com esquadrias divididas em 3 módulos na vertical, vidro bronze espelhado. - Materiais Superficiais: refletâncias altas nas parede e teto, e média nos pisos - Quantidade de Usuários: 20 - Horário de Funcionamento: 08-19h - Data das Medições: 05/07/14

Figura 4: Vista Geral do Anexo III TCU



Figura 5: Planta do Ambiente

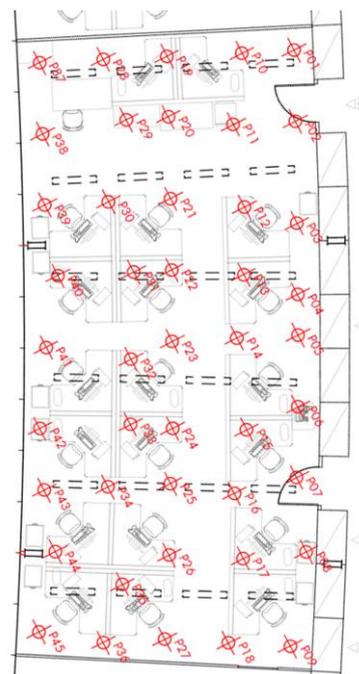


Figura 6: Vista Interna do Ambiente



Nos dois edifícios foram feitos levantamentos seguindo o monitoramento mínimo, com as medições em 2 dias cada um, em três horários diferentes (9h, 12h e 15h), no final do mês de junho, próximos ao Solstício de Inverno. As próximas medições serão em setembro (Equinócio da Primavera) e dezembro (Solstício de Verão) e março.

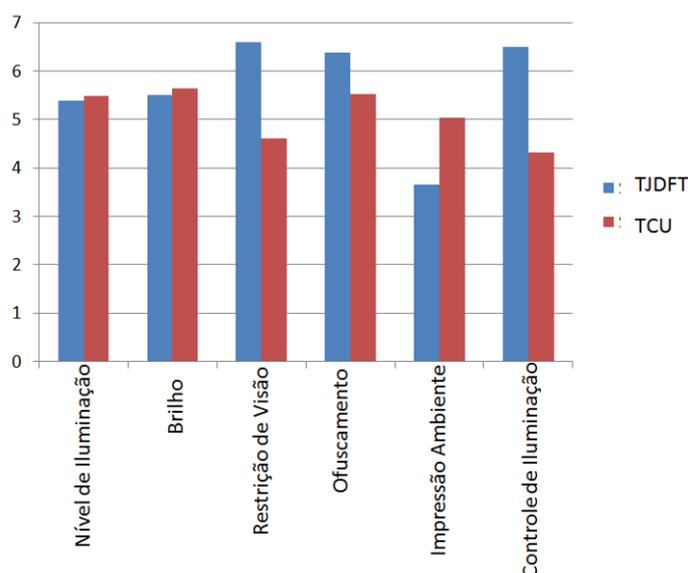
4.2 RESULTADOS

A partir dos resultados gerados pelo Questionário Geral, foi feita a compilação na tabela e gráficos a seguir:

Tabela 07: Resultado de Percepção de Luz nos Ambientes

	Nível de Iluminação	Brilho	Restrição de Visão	Ofuscamento	Impressão Ambiente	Controle de Iluminação
Questões	1 e 2	3 a 5	6 a 8	9 e 10	11 a 15	16 a 18
Média TJDFT	5,39	5,51	6,59	6,38	3,66	6,5
Média TCU	5,48	5,64	4,6	5,53	5,04	4,31

Figura 07: Gráfico Comparativo das Edificações



A aplicação do Questionário Geral refletiu de forma favorável o levantamento do Ambiente Luminoso e a impressão dos especialistas. O desempenho da iluminação dos dois ambientes, referente aos níveis de iluminação e brilho, não apresentou problemas significativos. Isso foi detectado tanto nas medições, quanto nos questionários respondidos.

Na avaliação da restrição de visão, ofuscamento e controle de iluminação, os resultados dos questionários apontaram como pior desempenho o Anexo III do TCU, o que realmente é detectado pelas medições. Já o quesito impressão do ambiente foi o item com avaliação mais negativa pelo o usuário do TJDFT, o que reflete a realidade encontrada no local.

Os usuários, de forma geral, tiveram dificuldade de entender a escala de 0 a 7, quando era positiva ou negativa, e foi necessária a explicação detalhada pelo pesquisador durante a aplicação, o que fez com que o processo fosse demorado. O usuário sozinho não conseguia entender como responder.

Já o Questionário da Experiência Luminosa foi utilizado para verificar sua aplicabilidade e não os resultados gerados. Os usuários tiveram muita dificuldade na compreensão de alguns

termos utilizados, por serem muito específicos da área de iluminação e domínio apenas de especialistas, como “cintilância”, “luz branda”, “velada” e “aguda”. Além disso, os usuários acharam algumas perguntas redundantes, pois tinham a impressão de que alguns termos de questões diferentes significavam a mesma coisa, como luz “forte” e “intensa”, “espalhada” e “desigual”. Este questionário deve, portanto, ser reavaliado para melhor uso.

5 CONCLUSÕES

A avaliação preliminar do protocolo aponta para uma dificuldade inicial de entendimento da sua estrutura, pela divisão de acordo com as fases de aplicação. Além disso, alguns termos e métodos poderiam ser melhor detalhados em anexos, pois estão restritos à normas europeias, que nem sempre são de fácil acesso.

Os resultados indicam também certa complexidade no uso do protocolo, e que no formato atual dificilmente poderia ser utilizado por não especialistas.

A aplicação de todos os métodos do monitoramento simplificado (ambiente luminoso e satisfação do usuário) mostrou-se demorada, o que em alguns momentos causa desconforto ao usuário, que é interrompido em seu trabalho.

Em relação à satisfação do usuário, avaliada pelos questionários, aponta-se a necessidade de simplificar e facilitar a avaliação. Os termos utilizados, por exemplo, não são facilmente compreensíveis para leigos. A escala de avaliação dos mesmos também não fica clara (positivo/negativo; bom/ruim; agrada/não agrada; satisfeito/não satisfeito).

Além disso, utilizar vários questionários não é bem recebido e aumenta a chance de erros por perdas ou não preenchimentos. Sugere-se que o questionário geral seja utilizado para os usuários, com melhorias em relação ao entendimento das escalas e termos, e o questionário sobre experiência luminosa somente para os especialistas em iluminação.

Algumas complementações são sugeridas: é importante que sejam registradas informações sobre a identificação do ambiente, horário e condições climáticas no momento da aplicação. Alguns aspectos deveriam prever a diferença para iluminação natural e artificial, como ofuscamento por exemplo. Também é importante deixar espaço para alguma observação do usuário.

Em relação à utilização dos questionários para a tese, percebe-se que alguns aspectos específicos não foram tratados, o que torna necessária uma abordagem bem mais detalhada no questionário a ser elaborado. Por exemplo, é importante o registro da localização do usuário no espaço em relação à janela: sua posição (frontal ou lateral), distância, além de informações sobre como o indivíduo se sente em relação à quantidade de pessoas no ambiente (apinhamento).

A avaliação da vista externa pela janela é feita no protocolo pelo levantamento do Ambiente Luminoso, com parâmetros normativos, mas pouco explorada nos questionários com o usuário. Se a intenção é comparar dados objetivos previstos em normas com a subjetividade da percepção do usuário, a avaliação da vista externa deve estar presente no questionário em perguntas bem específicas em relação à sua qualidade, agradabilidade e informações visíveis.

Ressalta-se, finalmente, que o protocolo é um instrumento de grande valia, pois compilou informações atuais e pertinentes na área de medições de ambientes reais. Percebe-se pelas



referências utilizadas o esforço para a criação de uma abordagem multi-métodos, que poderá ser base para muitas pesquisas futuras. O protocolo constitui-se em importante ferramenta para avaliação da iluminação em ambientes reais, com a participação do usuário, gerando dados facilmente comparáveis, que auxiliarão na definição de padrões de qualidade da iluminação, passíveis de inserção em regulamentos e códigos futuros.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Eletrobrás/FUNDEP, no âmbito do Convênio ECV DTP 002/2011, aos gestores do TJDF e TCU pela disponibilização dos ambientes para o monitoramento, aos usuários dos edifícios que participaram de forma paciente e colaborativa, à equipe do LACAM e aos alunos da disciplina Atelier em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo do PPG/FAU (1º/2014) pelos levantamentos realizados.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, C. A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction, 1977.
- AMORIM, C.N.D.; SCARAZZATO, P.S.; VIEIRA, R. G.; PEREIRA, F.O.R. Comparison of International Standards and Regulations: subsidies to the discussion of new Brazilian Lighting Standard, CIE, África do Sul, 2011.
- BOYCE, P. Human factors in lighting. Taylor & Francis. Londres, 2003
- DEHOFF, P. A., The balance between energy efficiency and human aspects in lighting. Proceedings of CIE 2010 "Lighting Quality and Energy Efficiency, 2010.
- ELALI, G. A. Psicologia e Arquitetura: a busca do lócus interdisciplinar. Estudos de Psicologia 2, pp 349-362, 1997
- FERNANDES, J.T. ;AMORIM, C.N.D. Lighting and Daylighting Quality: critical review of criteria and recommendations and its insertion in brazilian context. CIE, Paris, 2013.
- GALASIU, A.D.; VEITCH, J.A. Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylit offices: a literature review. Energy and Buildings 38, pp 728–742, 2006
- GUNTHER, H. A abordagem multimétodos em Estudos Pessoa-Ambiente (EPA): características, definições e implicações. UnB, 2004.
- IEA SHC Task 50. Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofit, Technical Report T50.D3, maio, 2014)
- KELLY, R., PAINTER, B., MARDALJEVIC, J., IRVINE, K. Capturing the user experience of electrochromic glazing in an open plan office. In Proceedings of the CIE Centenary Conference, Paris, 2013.
- TRALAU, B. DEHOFF, P. SCHIERZ. Extension of Lighting Quality Criteria and Their Evaluation for Different Application Areas, CIE, South Africa, 2011.
- VEITCH, J.A. What's new in lighting research? The broad view. International Symposium on Workplace Lighting, Dublin, 2006.