

MARIANGELA DE MOURA, ALDO CARLOS DE MOURA GONÇALVES E ANA LUCIA TORRES SEROA DA MOTTA

Iluminação de escritórios: apresentação de projeto de iluminação para o IBGE e discussão sobre o uso de LEDs

Office lighting: presentation of lighting design for IBGE and discussion about the use of LEDs

Mariangela de Moura Arquiteta pelo Instituto Metodista Bennett (1984); Mestre em Ciência da Arquitetura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2008) e doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense (UFF). É professora da Pós-graduação em Design de Interiores da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ) e da Pós-graduação em Iluminação da Universidade Estácio de Sá. mariangela.moura@ibge.gov.br

Aldo Carlos de Moura Engenheiro elétrico pela Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1967); Mestre em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1973) e Doutor pela Université de Paris XI - Paris-Sud (1980). Foi professor dos cursos de graduação e pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro. aldo@mls.com.br

Ana Lucia Torres Seroa da Motta Arquiteta pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1980); Mestre e Doutora em Environmental Design and Engineering pela Bartlett School of Architecture and Planning – UCL, Inglaterra (1982-1985); Pós-doutora pelo Institut für Technologie in den Tropen – Cologne University of Applied Sciences – Engineering Sciences Centre, Alemanha (1998). Atualmente é professora associada da Universidade Federal Fluminense (UFF). anaseroa@hotmail.com

Mariangela de Moura Degree in Architecture from the Instituto Metodista Bennett (1984); Masters's in Architecture Science from the Universidade Federal do Rio de Janeiro (2008) and PhD candidate from the Post-Graduate Program in Civil Engineering from the Universidade Federal Fluminense (UFF). Post-Graduate professor in Interior Design at the Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ) and in Lighting at the Universidade Estácio de Sá. mariangela.moura@ibge.gov.br

Aldo Carlos de Moura Gonçalves Electrical Engineering degree from the Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1967); Master's in Physics from the Universidade Federal do Rio de Janeiro (1973) and Ph.D. from the Université de Paris XI - Paris-Sud (1980). Was a professor for the graduation and post-graduation courses at the Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro. aldo@mls.com.br

Ana Lúcia Torres Seroa da Motta Degree in Architecture from the Universidade Federal do Rio de Janeiro (1980); Master's and Ph.D in Environmental Design and Engineering from the Bartlett School of Architecture and Planning – UCL, England (1982-1985); Post-doctorate from the Institut für Technologie in den Tropen – Cologne University of Applied Sciences – Engineering Sciences Centre, Alemanha (1998). Associate professor at the Universidade Federal Fluminense (UFF). anaseroa@hotmail.com

RESUMO

O artigo versa sobre iluminação em ambiente corporativo. Apresenta projeto de iluminação para os escritórios do IBGE, proposto em trabalho de dissertação de Moura (2008), no qual não foi usada a tecnologia LED na iluminação artificial. Discute o LED em seus aspectos positivos e negativos, mencionados pela literatura, e sua utilização em projetos luminotécnicos. Pondera a respeito do embate entre o uso de tecnologias convencionais e tecnologias novas como o LED na iluminação artificial de ambientes corporativos e opta pela possibilidade de utilização de ambos, consubstanciada no projeto de iluminação do Centro de Inteligência Corporativa (CIC) do IBGE, finalizado em 2010.

Palavras-chave: Iluminação em ambiente corporativo. Projeto de iluminação dos escritórios do IBGE. Uso de LEDs. Combinação de tecnologia convencional e novas tecnologias de iluminação.

ABSTRACT

The article focuses on lighting in the corporate environment. Features lighting design for offices of IBGE, proposed on dissertation work by Moura (2008), which not used LED technology in artificial lighting. Discusses the LED on its positive and negative aspects, mentioned in the literature, and its use in lighting projects. Ponders about the shock between the use of conventional technologies and new technologies such as LED in artificial lighting in corporate environments and opts for the possibility of using both, substantiated on the lighting design of Corporate Intelligence Center (CIC) of IBGE, completed in 2010.

Keywords: *Lighting in corporate environment. Lighting design of IBGE's office. Using LEDs. Combination of conventional technology and new lighting technologies.*

Introdução

Os escritórios-sede do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) localizam-se no Rio de Janeiro, funcionando em dois prédios contíguos, de número 146 e 166 da mesma rua, no bairro do Castelo, centro da cidade.

Estas unidades foram objeto de estudo de caso desenvolvido por Moura (2008) em trabalho de dissertação sobre arquitetura corporativa, com foco na iluminação artificial de escritórios, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no ano de 2008.

A principal motivação do estudo foi a existência de um plano de reforma dos prédios, iniciado no ano de 2006, que, apesar de abranger as etapas de modificação das janelas, troca de aparelhos de ar condicionado, de pisos e mudança do layout dos escritórios, não previu qualquer alteração no que diz respeito à iluminação.

Neste artigo, o estudo de caso desenvolvido na dissertação é recapitulado sumariamente. Partindo de uma Avaliação Pós-Ocupação (APO) como metodologia de arquitetura capaz de indicar como a construção funciona e influenciar regras, padrões e decisões de projeto, propôs-se uma reforma da iluminação dos escritórios da instituição, ancorada em um sistema combinado de iluminação natural e artificial, com o propósito de melhorar a execução das tarefas rotineiramente ali desenvolvidas.

O projeto de iluminação proposto levou em conta diretrizes técnicas e conceituais pontuais, como funcionalidade, eficiência energética, minimização de gastos operacionais e conforto ambiental e visual, aliados à noção de bem-estar, de modo a atender as necessidades físicas e psíquicas das pessoas que executam, nos escritórios do IBGE, suas atividades profissionais.

E adotou soluções mistas de iluminação artificial que reuniram o uso de lâmpadas fluorescentes e incandescentes, sem utilização de dispositivos LED – *Light Emitting Diode*.

A recapitulação do projeto proposto, ora realizada, pretende, num primeiro momento, reforçar a importância deste tipo de pesquisa para o projeto arquitetônico – na medida em que fornece, a um só tempo, dados e informações para futuros trabalhos nesse segmento específico e os fundamentos para que se inicie, na própria instituição IBGE, um ciclo de estudos e de implementação de novos projetos de iluminação.

Secundariamente, pretende discutir a sua validade hoje, frente ao emprego cada vez mais frequente da tecnologia LED, que, inclusive, remete a indicações de substituição total das lâmpadas convencionais.

O artigo, portanto, apresenta o projeto de iluminação proposto para os escritórios do IBGE e reflete sobre a tecnologia LED em seus aspectos positivos e negativos, observados pela literatura. Traz uma visão a respeito do uso de tecnologias tradicionais e de novas tecnologias em projetos de iluminação, substanciada no projeto de iluminação realizado no Centro de Inteligência Corporativa (CIC) do IBGE, também apresentado na sequência.

Finaliza-se com considerações a título conclusivo e a apresentação das fontes referenciais utilizadas.

O cenário da pesquisa

Os prédios do IBGE têm projeto arquitetônico da década de 1930, apresentando modelo comum e peculiar à maioria dos edifícios localizados no entorno. São edificações públicas que não passaram por nenhuma grande alteração nos últimos anos, apenas por pequenas e pontuais reformas, como adaptações de espaço e manutenção.

O prédio de número 166 possui detalhes construtivos que facilitaram a incidência de luz natural e a ventilação dos andares. O de número 146, diferentemente, tem corredores estreitos e precárias condições de circulação de ar e iluminação natural. Este é o prédio focado no estudo.

Ali estão localizados os escritórios analisados, mais precisamente no oitavo andar, que serve como modelo, já que todos os outros andares possuem salas de escritório semelhantes; o andar representa padrão de distribuição de luminárias e divisão das salas para todos os andares de ambos os prédios.

Os escritórios têm desenho tradicional, tratando-se de salas fechadas de trabalho. As salas individuais têm fechamento piso-teto em alvenaria ou divisória opaca e os locais que passaram por adaptações possuem modelo aproximado ao do *office landscape*.

A divisão interna apresenta, simultaneamente, características do espaço de trabalho tradicional, priorizando núcleos rígidos e ambientes fechados, e, contraditoriamente, a ideia dos *office landscapes*, que, com as divisórias, possibilita a padronização e individualização dos postos de trabalho. A circulação é feita pelo hall dos elevadores e por circulações internas nos grupos de duas ou três salas. A planta a seguir ilustra os espaços de trabalho [1].

FIGURA 1

Planta do andar
padrãoFonte: MOURA
(2008, p. 110).

O décimo pavimento do prédio de número 166, onde se localizam a Diretoria Executiva e a Presidência do Instituto também foi considerado como referência para o desenvolvimento do estudo, pois nesses setores a primeira percepção foi de que a iluminação é precária: além de não estarem distribuídas de forma equilibrada, as luminárias utilizadas talvez não representassem a melhor solução.

Metodologia e instrumentos de avaliação empregados na pesquisa

Dentre os tipos de investigação em torno do ambiente construído¹ optou-se pela metodologia disponibilizada pela APO, Avaliação Pós-Ocupação, um modelo de avaliação de desempenho interativo, que detecta patologias e determina terapias no decorrer do processo de produção e uso de ambientes construídos (ORNSTEIN et al, 1995).

Elali e Veloso (2004, p. 35) afirmam que a APO difere dos outros métodos de investigação sobre o ambiente construído “por buscar resultados práticos e aplicáveis em termos pragmáticos e apontar alterações a curto, médio ou longo prazo”.

O correto desenvolvimento da APO requer procedimentos técnicos de análise detalhados, com medições, diagnósticos e recomendações. Mas também exige sensibilidade diante do espaço a ser avaliado, pois inclui a compreensão de

¹ Elali e Veloso (2004) citam entre as formas de avaliação do ambiente construído a Avaliação Ambiental (AA); os Estudos de Impacto Ambiental (EIA); Relatórios de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA); Avaliação Social do Ambiente (ASA); Avaliação Social de Edificações (ASE); e Avaliação Pré-Projeto (APP).

seu contexto sociocultural (seja em uma perspectiva histórica ou na análise da situação atual como fator essencial para a avaliação do ambiente hoje) e a observância de aspectos cognitivos do sujeito ali inserido, que cooperam para o conhecimento do espaço sob a ótica de seus ocupantes (daí a busca por sua participação), principalmente em áreas ou edificações com certo tempo de uso, que foram ou serão objeto de reformas e renovações, como é o caso dos prédios do IBGE (CHIMENTI, RHEINGANTZ e BARONCINI, 2000).

Com esta perspectiva, dois instrumentos de operacionalização reconhecidos pela metodologia APO foram utilizados no estudo: a Análise *Walkthrough* e a Avaliação Comportamental, esta através da aplicação de questionário estruturado a vinte servidores do andar observado, composto de dezoito perguntas de múltipla escolha norteadas pelas variáveis 'iluminação ou não para atividades de leitura e escrita' e 'ofuscamento ou não no trabalho com o computador'.

A Análise *Walkthrough* (ou Análise Preliminar) consiste no reconhecimento do ambiente construído e na identificação descritiva de seus problemas e aspectos positivos, observando características físicas e funcionais e atividades de seus usuários (CASTRO, 2004). Já o questionário é uma das técnicas de levantamento e coleta de dados. Quando composto por perguntas bem redigidas e em íntima relação com a formulação do problema da pesquisa, é considerado um procedimento capaz de gerar os dados necessários para se atingir objetivos específicos propostos (GIL, 2008).

Também foi realizado um levantamento da iluminância dos escritórios para verificar a adequação do tipo de iluminação artificial utilizada nos ambientes foi realizado. Os níveis de iluminação foram analisados segundo a NBR 5413/92, que fixa valores recomendáveis para iluminação de interiores (ABNT, NBR 5413, 1992).

Principais resultados obtidos com a metodologia utilizada

As salas do oitavo andar do prédio número 146 têm áreas de 25m² em média e, em geral, apresentam detalhes comuns. São espaços com piso laminado na cor de madeira ou piso vinílico de 30mmX30mm na cor bege. As paredes têm coloração bege e os tetos são pintados na cor branca. Nas paredes, é comum a existência de divisórias que combinam revestimento em madeira escura e na cor branco gelo. As estações de trabalho têm formato em 'L' e nem sempre há divisórias entre as mesas.

As películas protetoras das janelas foram retiradas na reforma iniciada em 2006, quando também houve a troca do modelo das janelas (de guilhotina para bácia) e a colocação de novas persianas padronizadas em todas as salas.

Na maioria das salas, a iluminação artificial é feita com luminárias de sobrepor do tipo calha, utilizando lâmpadas fluorescentes tubulares que podem ir de 20W a 40W, apresentando variações no número de lâmpadas. Em algumas salas, foram encontradas luminárias de embutir em modelos diferenciados. Observou-se que as luminárias são de modelos antigos e desatualizados e que a sua paginação não segue qualquer padrão, possivelmente em função das seguidas mudanças de *layout* desses espaços.

Outros pontos importantes observados correspondem: ao mau estado de conservação das luminárias, à verificação de que muitas lâmpadas encontram-se no final de sua vida útil (fazendo com que quando substituídas a reposição nem sempre obedecesse à mesma temperatura de cor) e que as luminárias utilizadas não visam à economia de energia tampouco à eficiência na distribuição da luz.

As imagens abaixo [2] oferecem uma visão desse relato.

FIGURA 2

Detalhe da iluminação artificial da maioria das salas do IBGE

Fonte: MOURA (2008, p. 117, 118, 123).



Na primeira etapa da *Análise Walkthrough* ficou evidenciado que o tipo de iluminação do andar observado (seguramente o mesmo de todos os andares nos dois prédios) é precário e não atende à ambientação das salas de escritórios, tampouco às necessidades visuais dos funcionários da instituição.

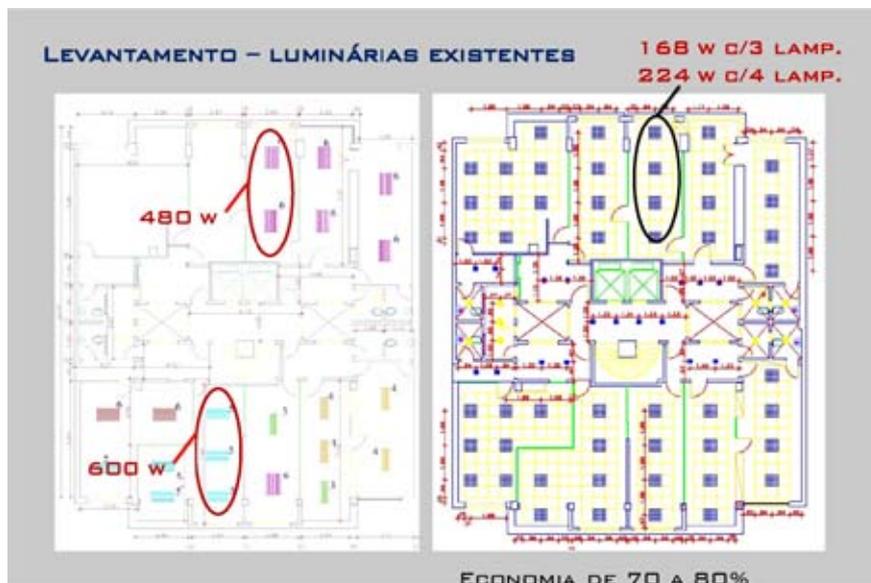
A segunda fase do *Walkthrough* correspondeu à medição através de luxímetro digital nos postos de trabalho, levando em consideração o valor informado pela NBR 5413 de 500 lux para iluminação em escritórios, com a finalidade de saber se os padrões desta norma eram atendidos. Nessa medição, verificou-se que existia um desequilíbrio na distribuição das luminárias. As medidas levantadas eram muito baixas ou muito acima das sugeridas pela norma NBR 5413, retratando a falta de equilíbrio na superfície de trabalho.

É possível obter uniformidade otimizada posicionando as luminárias corretamente em relação ao espaço projetado para atingir a iluminância da superfície substituindo a luminária existente por outra, mais eficiente, conforme sugerido na proposta do projeto, com grande economia em potência, medida em watts, como demonstra a figura [3] a seguir.

FIGURA 3

Detalhe da iluminação artificial da maioria das salas do IBGE

Fonte: IBGE (2010).



No que respeita aos resultados dos questionários aplicados, destacam-se os seguintes: (i) a faixa etária da maioria dos servidores variava entre 40 e 55 anos, expressando sua maior necessidade de iluminação na superfície de trabalho; (ii) os usuários não tinham clareza sobre o nível de iluminação média necessária para o desempenho de tarefas, prevalecendo entre elas a necessidade de conforto na própria estação de trabalho; (iii) para 81% dos participantes, as lâmpadas deviam permanecer acesas todo o tempo nos postos de trabalho, apesar da incidência de luz natural; (iv) 63% dos participantes afirmaram que a iluminação geral e da mesa de trabalho não era suficiente; (v) no caso de uso de computadores, 75% dos participantes confirmaram ofuscamento provocado pelas luminárias existentes.

Estes resultados reforçaram a percepção da necessidade de um projeto de iluminação que solucionasse ou ao menos mitigasse as deficiências encontradas nos escritórios da instituição.

O projeto proposto e considerações sobre projetos de iluminação de escritórios

O principal objetivo do projeto proposto foi sugerir um sistema de iluminação artificial que somasse economia de energia com conforto visual aos usuários, utilizando luminárias com bom rendimento e com distribuição harmoniosa no forro, distinta da situação atual, na qual não existe padrão ou cálculo que justifique a sua colocação no teto. O projeto também buscou a eficiência do sistema de iluminação, facilidade de manutenção e custo inicial médio, por tratar-se de

instituição pública que nem sempre pode realizar projetos mais requintados com o orçamento disponível.

O maior problema encontrado foi conferir equilíbrio ao forro do teto em função das diferentes alturas de pé-direito. A etapa inicial foi desenvolver uma malha no teto que permitisse futuras adaptações e divisões nas salas. Por isso escolheu-se um modelo de luminária que se adaptasse à paginação do forro acústico em placa nas dimensões 60X60.

A solução foi criar uma paginação das placas em desenhos referentes ao tamanho original das salas, com o perímetro de gesso comum no contorno das salas existentes, possibilitando a retirada futura das divisórias sem interferência na paginação dos tetos e na colocação das luminárias, ou, ainda, posterior redistribuição de um novo *layout* das salas. Isso pode ser observado na Figura [4] a seguir, que ilustra a malha do teto.

A base do teto das salas de trabalho foi utilizada para definir a posição das luminárias e sua colocação em função da modulação adotada e da estética.

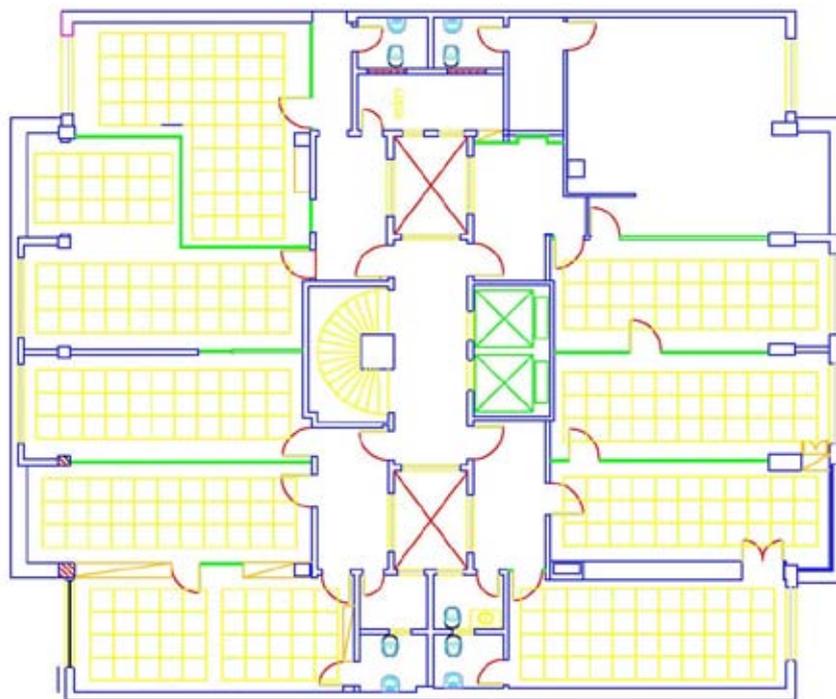


FIGURA 4
Planta baixa da malha do teto
Fonte: MOURA (2008, p. 137).

O cálculo aplicado para saber a quantidade de luminárias que seria suficiente para atender à norma de 500 lux na superfície de trabalho utilizou a regra, e foi realizado através do *software* de auxílio a cálculos luminotécnicos Aladan da General Elétrica (GE).

A lâmpada escolhida para os escritórios foi a T5 de 14W com temperatura de 3000k. A luminária correspondeu ao modelo FE 1779/414 de embutir, da Lumini,

por apresentar maior eficiência. Suas características técnicas são alto rendimento para 03 ou 04 lâmpadas de 14W, com corpo em aço tratado e pintado por processo eletrostático na cor branca, refletor e aletas parabólicas em alumínio anodizado, de alto brilho, reator alojado na parte superior e fixação ao forro por meio de tirantes.

Nos corredores, o modelo escolhido obedeceu ao conceito atual de iluminação, segundo o qual é possível ter luz, sentir a luz, mas não visualizar a fonte de iluminação (a luminária é embutida como uma caixa de luz no gesso). O modelo foi a luminária 'no frame' 226 sem moldura embutida em forro de gesso, conferindo acabamento extremamente limpo ao forro e fixação por meio de parafusos. A lâmpada utilizada foi a Dulux/D 26W/827, da Osram – 2X26W.

Nos banheiros e copas, optou-se por um modelo mais simples, com difusores leitosos. O modelo adotado foi luminária quadrada modelo E4433/226 para 02 lâmpadas fluorescentes compactas, com corpo em aço tratado e pintado por processo eletrostático na cor branca, visor em acrílico translúcido, reator alojado na parte superior e fixação ao forro por meio de molas em aço inox. A lâmpada para esta luminária foi a Dulux/D 26W/827, da Osram – 2X26W.

O projeto propôs uma iluminação funcional eficiente para os setores administrativos, pontuada com diferenciais nas áreas da presidência, diretoria e salas de reuniões. Para alcançar esse objetivo, empregou-se uma variedade de elementos, tais como luminárias especiais e modelos quádruplo-parabólicos para lâmpadas T5. Com a proposta, além de iluminação funcional e diferenciais, visou-se à eficiência, baixa carga térmica e impacto visual.

Nas áreas operacionais, foram propostas luminárias do tipo duplo-parabólica, com lâmpadas T5, de baixa carga térmica. Nos espaços maiores, aparecem os modelos quadrados, com capacidade para quatro lâmpadas de 14 watts e 3 mil kelvin (K).

Nos corredores, privilegiou-se a luz difusa; para as áreas de espera previu-se iluminação reduzida e concentrada no desempenho de suas funções, eliminando-se possíveis focos decorativos ou de destaque, ou seja, primou-se pelo conforto visual.

No andar da Presidência, propôs-se o uso do mesmo tipo de iluminação das salas de trabalho, porém com um diferencial para destacar algumas paredes. Na sala do presidente do Instituto, o destaque recaiu sobre a parede principal do fundo; na sala dos assistentes, destaque em ambas as paredes (de um lado e de outro na entrada de cada sala); e na ante-sala e sala de espera utilizou-se o mesmo modelo 'no frame' de todas as circulações. Mas, como esta é uma sala de destaque, que serve de acesso à Presidência e onde se encontra o principal auditório do IBGE, desenvolveu-se um tamanho especial para sugerir caixas de luz com lâmpada de 28W com 3000K de temperatura de cor.

Todo projeto de iluminação deve atender a aspectos objetivos, tais como quantidade de iluminação, custo das instalações de equipamentos, facilidade de manutenção, reposição do equipamento, além de vida útil das lâmpadas, consumo de energia e segurança dos equipamentos. Por outro lado, deve levar em conta fatores subjetivos, como sensações e emoções favorecidas pela iluminação do ambiente, que constituem expectativas qualitativas do ser humano em relação a seu local de trabalho.

Não existe um formato padrão a ser escolhido em um projeto de iluminação para atingir esses fins. Existem recursos – equipamentos, luminárias e lâmpadas – de diferentes fabricantes, que devem ser analisados em relação a suas características e desempenho e integrados em cada ambiente de modo a satisfazer as necessidades de seus usuários.

Tendo isso em vista, propôs-se, seguindo critérios e parâmetros recomendados pela norma técnica, diferentes soluções usando luminárias de lâmpadas fluorescentes tubulares, de 14W, 16W, 28W e 32W, luminárias com lâmpadas fluorescentes compactas de 26W e equipamentos mistos, com lâmpadas fluorescentes e incandescentes, combinando iluminação geral e iluminação nos postos de trabalho, solucionando vários problemas levantados pelos instrumentos da metodologia APO, bem como das medições.

A utilização do LED

Novas tecnologias vêm sendo empregadas para a obtenção de níveis satisfatórios de iluminação artificial. O LED – *Ligth Emitting Diode* – é uma delas. Surgido na década de 1960, teve grande repercussão 30 anos depois, inclusive no Brasil, quando, a partir dos anos 90, em função da evolução das pesquisas, mostrou-se possível de ser aplicado em várias situações.

As soluções proporcionadas com o uso de LEDs vêm sendo amplamente adotadas no Brasil (sobretudo em projetos profissionais de arquitetos e *lighting designers*), país latino-americano dos mais receptivos a novas tecnologias – estima-se que atualmente o mercado de LEDs no país esteja na ordem de 250 mil unidades/ano e que o crescimento atinja 100% até o final de 2012 (FREITAS, 2011).

Os diodos emissores de luz (LEDs na sigla em inglês) são componentes eletrônicos (chips) baseados em materiais semicondutores em estado sólido que, quando energizados, emitem luz visível. A emissão se dá por efeito quântico (LIMA et al, 2009).

Por introduzir novos paradigmas e possibilidades de iluminar, os LEDs representam uma ruptura na iluminação artificial tradicional e são reconhecidos como precursores de uma nova Era no setor de iluminação (que engloba fontes luminosas, controles e luminárias), graças aos benefícios e diversas vantagens que apresentam em relação às fontes de iluminação tradicional (GOIS, 2008).

Fala-se, inclusive, que, num futuro próximo, o mercado de iluminação assistirá à substituição total das tecnologias convencionais por LEDs. Estudos de mercado apontam que a penetração dos LEDs no mundo atualmente gira em torno de 15% e que será de 50% em 2015 (FREITAS, 2010; FREITAS, 2011). Isso porque a tendência é de que os LEDs superem essas tecnologias, por exemplo, as lâmpadas tubulares fluorescentes, ainda muito utilizadas em espaços corporativos, uma vez que estão evoluindo na eficiência luminosa.

A literatura destaca benefícios e vantagens do LED. Dentre eles:

- Tecnologia inovadora;
- Aplicação variada e flexibilidade de uso devido às formas e dimensões reduzidas;
- Acionamento instantâneo;
- Durabilidade e longa vida útil, possibilitando menores custos de reposição;
- Qualidade de cor e versatilidade de tons da luz branca;
- Alta eficiência luminosa, pois seriam fontes de luz pontuais, com perda menor do que as lâmpadas tradicionais. Diz-se inclusive que uma lâmpada LED consegue superar a eficiência de uma lâmpada incandescente em até aproximadamente 40W;
- Variedade e controle de cores;
- Variação da temperatura de cor;
- Pouca dissipação de calor;
- Maior robustez e melhor rendimento em relação à iluminação convencional (BRAGA, 2008; LIMA et al, 2009; FREITAS, 2010; FREITAS, 2011).

Já quanto à sustentabilidade ambiental (hoje uma exigência a considerar-se em todas as fases do ambiente construído, desde a idealização, concepção, projeto, construção, uso e manutenção, até final da vida útil da edificação), os LEDs são compatíveis com este conceito, pois não emitem substâncias tóxicas ao meio ambiente, são energeticamente eficientes e propiciam baixo consumo de energia, com economia de até 80% na comparação com outras tecnologias (MOTTA e AGUILAR, 2009; BRAGA, 2008; LIMA et al, 2009; FREITAS, 2010; FREITAS, 2011).

O fator custo, ainda alto na compra e na implantação da tecnologia LED, e que, em princípio, poderia restringir a sua adoção, não é encarado como um problema, pois os benefícios do LED, em especial o alto rendimento e a longa vida útil, criariam um mecanismo de compensação.

Quanto aos preços, estão caindo, apesar de os LEDs ainda estarem em fase de desenvolvimento e aprimoramento o que, até o momento, não permite uma produção em larga escala. Nos Estados Unidos, em 2004, o kilo-lúmen dos LEDs

brancos custava em torno de 250 dólares e já em 2006 passou a aproximadamente 50 dólares (FREITAS, 2010; MENEZES, 2011; FREITAS, 2011; E-CONSERVATION, 2006).

Ou seja, os LEDs reuniriam todos os requisitos para substituir as lâmpadas tradicionais em todos os tipos de ambientes. No entanto, em contraposição aos benefícios e vantagens mencionados, a literatura também verifica aspectos negativos da tecnologia LED.

A qualidade da luz emitida pelos LEDs é questionada, pois tende a ser difusa, não proporcionando iluminação focalizada, incorrendo em perda do fluxo luminoso. Góis (2008) observa que, atualmente, LEDs de boa qualidade têm especificação de 20.000 a 50.000 horas, com perda de fluxo luminoso de 30%, mesmo parâmetro empregado pelos fabricantes de lâmpadas tradicionais na definição de sua vida útil.

Braga (2008) afirma que, em aplicações que exigem iluminação constante (caso dos ambientes de trabalho), com o tempo a luminosidade dos LEDs se degrada, podendo reduzir-se à metade ao final de sua vida útil. Comenta, ainda, que as características dos LEDs, tanto em relação ao brilho com o passar do tempo como em relação à variação da temperatura não são tão excelentes a ponto de nos garantir que possam ser utilizados sem complicações em qualquer aplicação.

Com efeito, Gois (2008) afirma que o chip do LED produz calor e, segundo Freitas (2011), o consumo de uma corrente estabilizada, uma das principais características dos LEDs, gera muito calor, tornando a dissipação térmica uma barreira técnica para o seu aperfeiçoamento. Esse aspecto influenciaria na sua durabilidade, somente possível com o uso de dissipadores de calor, em sua maioria de alumínio, considerado um bom condutor térmico, o que faz com que a robustez desse produto e seu custo sejam superiores ao do vidro, por exemplo.

De acordo com o *lighting designer* Umberto Boggian (citado por FREITAS, 2011), com um dissipador um pouco menor do que o recomendado, a vida útil do LED pode ser afetada, fazendo com que ele não dure tanto quanto em condições ideais de aplicação, nas quais o sistema de dissipação é corretamente aplicado ao produto.

A propósito da aplicação, por produzirem cores vibrantes em aspectos diferenciados, os LEDs vêm sendo majoritariamente empregados em iluminações cênicas ou de observação, especialmente chamando a atenção em ambientes externos e equipamentos urbanos. (GOIS, 2008).

Outro ponto levantado pela literatura diz respeito ao fato de que, se de um lado, sozinho e individualmente, o LED proporciona baixo consumo de energia, apresentando-se eficiente do ponto de vista energético, por outro, nas luminárias em que há diversos destes componentes, a eficiência energética é reduzida, exatamente como ocorre em relação às fontes tradicionais de iluminação. (GOIS, 2008).

Desse modo, não obstante benefícios e vantagens, existem fatores que limitam objetivamente a adoção ampla e indiscriminada dos LEDs em projetos lumino-técnicos. Conforme afirma Freitas (2011, p. 49-50):

Os benefícios dos LEDs são inegáveis; no entanto, nem sempre o LED será a melhor opção de fonte de luz e, em muitos casos, apesar de sua aplicação, o ambiente pode precisar, ainda, de uma fonte de luz mais tradicional. Fatores como fluxo luminoso, IRC [Índice de Reprodução de Cores], temperatura da cor e térmica, entre outros devem ser considerados para se decidir a aplicação do LED, pois um projeto de iluminação não pode e não deve ser pautado apenas com o apelo de economia de energia.

Percebe-se também que a aplicação do LED é muitas vezes equivocada, pois muitos profissionais ainda não assimilaram de todo a informação e o conhecimento técnico necessários para a sua utilização. (FREITAS, 2011).

Portanto, é preciso ponderar sobre o uso exclusivo do LED e sobre a capacidade de utilizá-lo de forma consistente e adequada, principalmente no caso de escritórios e ambientes corporativos, nos quais são específicas as exigências de iluminação, sobretudo porque se trata de uma tecnologia ideal para destacar detalhes ou criar efeitos de luz.

Essas ideias foram reunidas no projeto de iluminação do Centro de Inteligência Corporativa (CIC) do IBGE, apresentado a seguir.

O projeto de iluminação do CIC do IBGE

Em 2009 teve início o projeto de *retrofit* do 10º andar do prédio de número 126 da Avenida Franklin Roosevelt, centro do Rio de Janeiro, cedido ao IBGE pela antiga SUDAM (Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia) para a implantação de um centro de aperfeiçoamento de excelência pela Diretoria Executiva do Instituto. O espaço, que corresponde a aproximadamente 350m², foi idealizado para ser flexível em suas áreas internas, possibilitando diferentes composições e permitindo que em sete salas planejadas diferentes arranjos fossem implementados, de acordo com a necessidade dos treinamentos, reuniões, seminários e videoconferências propostos para todas as unidades do IBGE no Brasil. Simultaneamente, um projeto de iluminação para o espaço foi elaborado.

A proposta de iluminação seguiu, basicamente, aquela idealizada para os escritórios do IBGE no trabalho de Moura (2008), implantada pontualmente em setores que necessitavam de uma reforma e adaptação emergencial, como a Gerência de Informática, o Gabinete da Presidência e a Diretoria Executiva. Tais setores necessitavam de mudança no layout para atender melhor aos trabalhos a serem desenvolvidos.

O projeto de iluminação do CIC seguiu o mesmo conceito adotado para a malha para o teto, permitindo flexibilização das salas e utilização em formatos mais adequados, já que a ocupação dos espaços foi pensada para funcionar

em arranjos diferenciados com a utilização de divisórias do tipo retrátil. Levou em conta eficiência energética, e conforto ambiental e visual nos ambientes. O cálculo seguiu as normas estabelecidas na NBR 5413 de iluminância de 500lux na superfície de trabalho.

Na circulação foram utilizadas luminárias do fornecedor Lumincenter, similares às especificadas no projeto de iluminação dos escritórios do IBGE, modelo Lumini E4433/226, e luminárias de embutir com difusor de vidro jateado referência *no frame* 228, da Lumini, com lâmpada T5 de 2x28w e temperatura de cor de 3000k para tornar o ambiente mais quente.

O CIC foi inaugurado em outubro de 2010. A iluminação do espaço orientou-se pela utilização da tecnologia LED em combinação com tecnologias tradicionais. Lâmpadas LEDs foram utilizadas para iluminação pontual na recepção, (em combinação com lâmpadas convencionais), visando economia de energia em função da maior permanência de luminárias acesas, em complemento com a iluminação natural, que é intensa ao longo do dia. Também o espaço do cyber café recebeu tal concepção luminotécnica.

A iluminação escolhida para tais ambientes permite que as luminárias com lâmpadas LED fiquem acessas praticamente durante o tempo integral de funcionamento dos espaços por se mostrarem duráveis em vida útil e permitirem o movimento de ‘acende e apaga’ sem sofrer impactos.

Outra solução foi utilizada em conjunto com a solução da luz na recepção – rasgos indiretos com lâmpadas T5 de 28W (3 mil K), construindo a luz de preenchimento de forma indireta na substituição da luz natural em dias nublados e no período noturno.

Estas soluções podem ser observadas no conjunto de imagens abaixo [5], que ilustram como ficaram as salas, o cyber café e a recepção do CIC, estes com iluminação através de LEDs colocados pontualmente nos cantos.

FIGURA 5

Projeto luminotécnico
do CIC

Fonte: IBGE (2010).



Considerações Finais

Este artigo versou sobre iluminação corporativa, mais especificamente sobre iluminação em escritórios, evidenciando que nesses locais a iluminação tem um peso significativo, dadas as necessidades de cumprimento de funções profissionais que exigem iluminação eficiente e constante para o desempenho ótimo de tarefas.

Apresentou-se, sumariamente, o projeto de iluminação proposto em 2008 para os escritórios do IBGE no Rio de Janeiro, que não utilizou exclusivamente a tecnologia LED, optando por soluções que combinaram iluminação natural e iluminação artificial com o uso de lâmpadas fluorescentes e incandescentes.

Frente ao reconhecido aumento do emprego dos LEDs nos projetos luminotécnicos, apresentou-se a tecnologia, confrontando-se seus benefícios e vantagens com seus aspectos negativos, ambos mencionados pela literatura.

Há que se considerar que a adoção exclusiva de LEDs pode implicar problemas e nem sempre resultar na melhor opção técnica em determinadas situações, como é o caso dos ambientes de trabalho em edifícios de escritórios, nos quais sistemas de iluminação mais eficientes, tanto do ponto de vista energético quanto do conforto visual, podem combinar estrategicamente o uso de tecnologia LED com tecnologia convencional, pois a primeira não se sobrepõe à segunda. Esta perspectiva foi aplicada no projeto de iluminação do CIC do IBGE, aqui apresentado, que combinou, no sistema de iluminação artificial recursos luminotécnicos convencionais com outros, mais novos.

Por outro lado, no entanto, não se pode desprezar a evolução impressionante que a tecnologia LED alcançou desde então, principalmente graças aos investimentos das grandes empresas do setor em novas pesquisas. Este avanço foi de tal ordem que pode significar a possibilidade de uso exclusivo de LEDs em todos os ambientes e em todas as situações, conforme advogam especialistas que preveem uma liderança incontestável da tecnologia LED em todas as formas e situações de iluminação em curto espaço de tempo.

Este trabalho visou acrescentar conhecimentos ao estado da arte do campo de estudos referente à iluminação de ambientes corporativos. Espera-se que os conteúdos aqui trabalhados e analisados contribuam para o desenvolvimento de novas pesquisas nesta área, que se considera carente de pesquisas.

Referências

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5413. Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

BRAGA, Newton C. Problemas no uso dos LEDs. *Revista Saber Eletrônico*, São Paulo: fev 2008.

CASTRO, Jorge (org.). **Avaliação Pós-Ocupação – APO: saúde nas edificações da FIOCRUZ**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2004.

CHIMENTI, Beatriz do N.; RHEINGANTZ, Paulo A.; BARONCINI, Cláudia N. APO aplicada em edificações históricas. Estudo de Caso: Faculdade de Direito da UFRJ. In **Seminário Internacional NUTAU 2000**. São Paulo, FAU/USP, 2000.

E-CONSERVATION. **LED Lighting**. November 2006. North Caroline State University. Disponível em: < <http://www.e-conservation.net/> > Acesso em novembro de 2012.

ELALI, Gleice; VELOSO, Maísa. Estudos de Avaliação Pós-Ocupação na Pós-Graduação: uma perspectiva para a incorporação de novas vertentes. In **Seminário Internacional NUTAU 2004**. São Paulo, FAU/USP, 2004.

FREITAS, Luciana. A Era dos LEDs. **Revista Lumière**, São Paulo: n. 143, pp. 72-79, mar 2010.

_____. LampLEDs: de tendência à realidade. **Revista Lumière**, São Paulo: n. 160, pp. 46-51, ago 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GOIS, Alexandre. **LEDs na Iluminação Arquitetural**. Rio de Janeiro: Lighting Now, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Iluminação de Escritórios. Mudança de Hábito e Programa de Melhoria da Qualidade do Gasto**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

LIMA, Anderson L. de et al. O uso de LEDs em semáforos de trânsito: um estudo da viabilidade técnico-econômica. **Revista Energia Alternativa**, São Paulo: Ano 1, n. 3, pp. 42-51, 2009.

MENEZES, Juliana M. B. **A utilização da iluminação na concepção dos espaços interiores da arquitetura e suas tecnologias**. Web Artigos, 19/03/2011. Disponível em: <<http://www.webartigos.com>> Acesso em: 20 de agosto de 2012.

MOURA, Mariangela de. **A Iluminação Artificial de Escritórios: estudo de caso da sede do IBGE**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. 237p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

ORNSTEIN, Sheila; BRUNA, Gilda; ROMÉRO, Marcelo. **Ambiente Construído & Comportamento: a avaliação pós-ocupacional e qualidade ambiental**. São Paulo: Studio Nobel/FUPA/FAU-USP, 1995.