



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

CONFORTO VISUAL EM SALAS DE AULA: O CASO DAS ESCOLAS ESTADUAIS PAULISTAS RECÉM CONSTRUÍDAS, SITUADAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO.

Ana Judite G. Limongi França (1), Sheila Walbe Ornstein (2)

(1) Arquiteta, mestranda – Departamento de Tecnologia da Arquitetura – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: alimongi@usp.br

(2) Arquiteta, Professora titular da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: sheilawo@usp.br

RESUMO

Proporcionar condições de conforto visual aos usuários-alunos está entre os principais aspectos a serem considerados para o projeto de um ambiente destinado ao ensino-aprendizado. A partir da aplicação de métodos e técnicas de Avaliação Pós-Ocupação (APO), são apresentados neste artigo resultados parciais de uma pesquisa de mestrado em andamento na FAUUSP, que avalia aspectos correlatos ao conforto visual, aferido em três edifícios escolares estaduais. Foram critérios considerados para a escolha dos estudos de caso: o atendimento aos alunos do ensino fundamental, a construção recente (século XXI) e a localização na região metropolitana de São Paulo. Por meio de análises de projetos, realização de *walkthroughs*, levantamentos físicos, medições de conforto ambiental, elaboração de imagens em *High Dynamic Range* e aplicação de instrumentos como *check-lists*, entrevistas, roteiros de grupos focais e questionários, foram avaliados: os níveis de iluminância, a distribuição da iluminação natural e as relações de contraste e brilho das superfícies, considerando inclusive a percepção dos usuários (alunos, professores e funcionários) quanto ao ambiente construído. O diagnóstico discute aspectos recorrentes, como: dimensionamento inadequado dos elementos de proteção solar nas fachadas, distribuição insatisfatória da luz natural, inexistência de integração entre iluminação natural e artificial. Além disso, decisões envolvendo a manutenção corretiva em desacordo com o projeto apresentaram efeitos negativos nas condições de iluminação, inclusive comprometendo o uso adequado da sala de aula. A partir dos resultados obtidos, é possível elaborar um diagnóstico, de modo a embasar decisões para futuros projetos.

Palavras-chave: Avaliação Pós-Ocupação; conforto visual; edifício escolar; sala de aula.

1 INTRODUÇÃO

Um edifício destinado ao ensino deve prover um ambiente visual adequado para os alunos e professores, ou seja: permitir aos usuários executar as tarefas visuais de forma precisa, rápida e confortável. Os níveis, a distribuição e as cores da iluminação afetam a percepção do usuário e transmitem mensagens não verbais a cerca do ambiente construído, devendo suprir as necessidades físicas, psicológicas e fisiológicas dos usuários.

As escolas estaduais paulistas foram objeto, na última década, de um esforço multidisciplinar, no sentido racionalizar o processo de construção. Com base nesta iniciativa, foram elaboradas diretrizes para: o programa de necessidades, sistemas construtivos, materiais e acabamentos, os quais devem ser obedecidos por novos projetos (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2009). Apesar da construção em larga escala, segundo os critérios citados, ainda não houve um efetivo processo de verificação do desempenho destes ambientes construídos, que permitissem efetuar ajustes e correções.

Scarazzato (1993), destaca a importância da Avaliação Pós-Ocupação (APO), no sentido de contribuir para a melhoria qualitativa dos ambientes construídos, permitindo uma maior integração dos sistemas de iluminação natural e artificial, além de prover informações para a realimentação de projeto e a redução do desperdício de energia. APOs vêm sendo conduzidas para a verificação do desempenho dos edifícios escolares estaduais paulistas (ORNSTEIN; MARTINS, 1997), (KOWALTOWSKI; PIÑA, 2001), (ORNSTEIN et al., 2009) de modo a avaliar escolas da rede estadual, considerando suas especificidades, como período de construção, diretrizes de projeto vigentes e localização geográfica.

Os três estudos de caso avaliados para esta pesquisa, a partir da aplicação dos métodos e técnicas da APO, integram o conjunto de edifícios escolares recentes, de tipologia construtiva semelhante, planejados, construídos e administrados pelo governo estadual de São Paulo, por meio da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE) e localizados na região metropolitana de São Paulo. Os mesmos são destinados a abrigar crianças e jovens, que estudam nos níveis fundamental e médio. Neste artigo, são discutidos os resultados obtidos envolvendo aspectos correlatos ao conforto visual nestas edificações.

Para a elaboração de um projeto consistente para um edifício escolar, considerando aspectos que envolvem conforto visual, devem ser contemplados, no mínimo: as relações de proporção entre as diferentes luminâncias, as refletâncias das superfícies relevantes (por exemplo: paredes, forros, pisos, planos de trabalho) do ambiente em questão, o controle de ofuscamento, a distribuição dos raios solares refletidos, a integração entre os sistemas de iluminação artificial e natural, o uso racional das fontes de energia disponíveis, os custos, a vida útil e a manutenção necessária (RAPOPORT, 1972; GUZOWSKI, 2000).

Deve-se também realizar o dimensionamento adequado dos sistemas construtivos responsáveis por prover iluminação natural ao ambiente, uma vez que este aspecto afetará as relações do usuário com o exterior, permitindo-lhe assimilar diferentes condições luminosas e sazonais, contribuindo para a regulação de seu ritmo circadiano e, conseqüentemente, sua produção hormonal (RALOFF, 1998; VEITCH, 2001; GUZOWSKI, 2000). A inter-relação dos aspectos que envolvem as decisões arquitetônicas, a saúde dos usuários, o custo-benefício dos sistemas construtivos e a as condições de conforto visual foi traduzido por Veitch (2001), por meio da Figura 1.



Figura 1 - Aspectos inter-relacionados envolvendo o conforto visual. Adaptado de VEITH, 2001, p. 19, por FRANÇA, 2010.

Além disso, níveis de iluminação adequados e disponibilidade de iluminação natural em ambientes escolares estão relacionados a menores níveis de estresse, maiores níveis de concentração e de sensação de bem-estar, além de desempenho acadêmico superior dos seus usuários (HESCHONG, 1999; HESCHONG MAHONE GROUP 2001, 2003, 2003B).

2 MÉTODOS E TÉCNICAS

Foram métodos e técnicas considerados para as APOs aplicadas às escolas A, B e C, visando a colher dados quantitativos e qualitativos que embasassem a elaboração de um diagnóstico quanto ao desempenho da edificação:

- Análises de projeto;
- Cadastro in-loco dos ambientes (considerando eventuais modificações);
- Obtenção de ficha técnica e dados de funcionamento das escolas;
- Avaliação técnico-funcional dos ambientes, considerando sua adequação ao desempenho das funções previstas;
- Levantamento de normas técnicas e diretrizes de boas práticas;
- Entrevistas com pessoas chaves; grupos focais e aplicação de questionários para os alunos,;
- Visitas guiadas;
- *Check-lists*,
- Levantamentos das condições de conservação e manutenção, acessibilidade e medições das condições de conforto ambiental.

Os questionários foram elaborados e aplicados a toda a população de alunos do último ano do ciclo II (8ª série), para efeitos de comparações dos resultados obtidos com indicadores de desempenho escolar (SARESP¹ e IDEB²).

Com o objetivo de permitir uma melhor comparação entre as condições das escolas A, B e C, foram realizadas medições em condições climáticas próximas (céu claro). Por meio da ferramenta DLN (SCARAZZATO, 1995), foi verificado que as condições de luminosidade aferidas correspondem às do

¹ saresp2009.edunet.sp.gov.br [acessado em 03/05/2009].

² ideb.inep.gov.br [acessado em 03/05/2009].

Dia Luminoso Típico calculado para São Paulo nas datas dos levantamentos (respectivamente: 12/05/2009 – escola A e 13/05/2009 – escolas B e C). Os períodos de avaliação foram compatíveis com os horários de aula dos alunos submetidos aos questionários.

As medições de iluminância e a avaliação dos resultados foram realizadas por meio da utilização de um luxímetro Homis, modelo 630, conforme as normas brasileiras NBR 5413: 1992 e NBR 5382: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985; 1992).

Para a avaliação das condições de contraste e níveis de luminância nas salas de aula, foram geradas imagens em High Dynamic Range – HDR, a partir de fotos digitais (DEBEVEC & MALIK, 1997; INANICI, GALVIN, 2004; JACOBS, WILSON, 2007). Estas imagens foram submetidas à renderização em cor falsa, com o objetivo de ressaltar os níveis documentados, com o auxílio das ferramentas Qtpfsgui³ e Radiance⁴. Para efeitos da verificação dos níveis de luminância obtidos, foi elaborada a calibragem do equipamento fotográfico, utilizando luminômetro da marca Lichtmesstechnik.

A fim de obter uma estimativa do potencial de economia de energia, em função da integração entre os sistemas de energia natural e elétrica, foi avaliada a autonomia de luz natural das salas de aula em questão. A autonomia de luz natural pode ser definida o número de horas (em %) do ano em que os níveis de iluminância mínimos são atingidos, considerando o período anual, contando apenas com a incidência da iluminação natural (ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS, 1989, Apud REINHART et al., 2006, p 10). Para tanto, foi considerado o período entre 7:00 e 18:00 e os cálculos foram realizados utilizando a ferramenta Daysym⁵.

3 CARACTERIZAÇÃO DAS SALAS DE AULA NAS ESCOLAS A, B E C

Devido à padronização conferida aos processos de projeto de projeto e de construção (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2009), as escolas A, B e C apresentam salas de aula com diferenças dimensionais pequenas (Quadro 1) e sistemas construtivos semelhantes (caixilhos basculantes em ferro pintado, paredes de alvenaria, lajes no forro e no piso, paredes e teto pintados e revestimento de piso cerâmico). As principais diferenças observadas dizem respeito à implantação, à orientação e aos sistemas previstos para a proteção da luz solar direta.

Quadro 1 – Dimensões internas das salas de aula avaliadas nas escolas A, B e C (em metros).

Escola	Largura (m)	Profundidade (m)	Altura (m)
A	7,02	7,40	3,18
B	7,01	7,00	3,02
C	7,05	7,03	3,04

A escola A foi implantada em terreno de forte aclive. As janelas das salas de aula se encontram recuadas, protegidas pelas lajes dos corredores na fachada nordeste (Foto 1). As salas de aula que apresentam orientação sudoeste recebem menor incidência solar, devido à proximidade do talude e da construção vizinha (Foto 2).

³ www.qtpfsgui.sourceforge.net [acessado em 05/03/2009].

⁴ <http://radsite.lbl.gov/radiance> [acessado em 01/08/2007].

⁵ <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/projects/irc/daysim.html> [acessado em 01/08/2007].



Foto 1 - Escola A - Fachada Nordeste (voltada para o pátio).



Foto 2 - Escola A - Fachada Sudoeste (voltada para o talude e Escola Municipal de Educação Infantil – EMEI vizinha).

A escola B apresenta salas de aula orientadas para leste e oeste. Entretanto, o projeto apresenta apenas controle solar para a fachada oeste (Foto 3). Na fachada leste (Fotos 4 e 5), não foram previstos dispositivos para a proteção das áreas envidraçadas para o controle da iluminação natural.



Foto 3 (esquerda) – Escola B: Proteção solar fachada oeste: para o vão entre a fachada e a tela perfurada. **Foto 4 (centro)**– Escola B: Inexistência de dispositivos para proteção solar na fachada leste (vista do exterior). **Foto 5 (direita)** – Escola B: Improvisação de elementos para proteção solar nas salas de aula orientadas para leste (vista do interior).

A escola C apresenta elementos vazados cerâmicos para a proteção solar da fachada nordeste (Foto 4). Apesar disso, não há tratamento da fachada principal (sudoeste), que recebe incidência solar no período da tarde.



Foto 4 - Escola C – Detalhe do elemento vazado para proteção solar de sala de aula – fachada nordeste.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

No caso de um edifício destinado ao ensino, é necessário fornecer um ambiente visual otimizado, tanto para os alunos quanto para os professores. Entretanto, apenas garantir a uniformidade na distribuição da luz não assegura o cumprimento do objetivo, devido à grande variedade de tarefas visuais às quais os usuários estarão submetidos (KAUFMAN, 1987).

O Quadro 2 apresenta as condições aferidas das salas de aula nas escolas A, B e C, quanto aos acabamentos internos e dispositivos de proteção solar. Nota-se que foram especificadas tonalidades adequadas à distribuição da luz refletida, nas superfícies relevantes das três escolas. Também foram identificados cuidados pertinentes quanto à utilização de cores saturadas.

Quadro 2 – Elementos construtivos e acabamentos identificados para as salas de aula das escolas A, B e C.

Escola	Refletância dos acabamentos (IESNA, 2000)			Proteção solar externa	Proteção solar interna
	Paredes (acima de 65%)	Pisos (acima de 40%)	Forro (acima de 80%)		
A	Adequada.	Adequada.	Adequada.	Janelas recuadas 3,4 m, em relação à projeção do pavimento superior (quadra).	Não há.
B	Adequada.	Adequada.	Adequada.	Fachada oeste: tela metálica perfurada. Fachada leste: não há.	Lençóis e papéis improvisados na fachada leste.
C	Adequada.	Adequada.	Adequada.	Elementos vazados cerâmicos.	Não há.

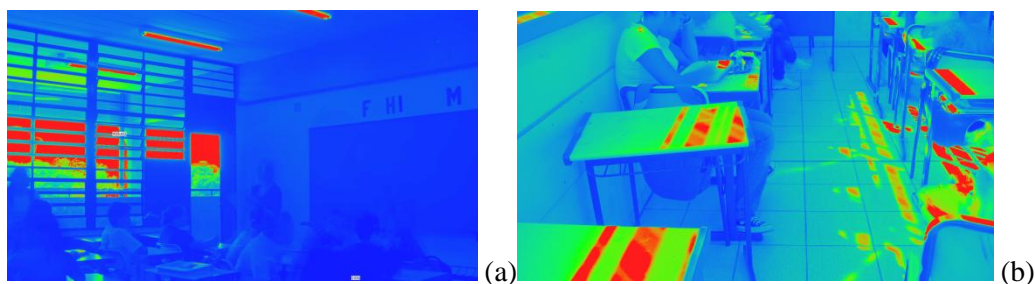
As medições realizadas nos estudos de caso A, B e C (Quadro 3) apresentaram níveis de iluminância acima do disposto em norma para salas de aula (300 lux) (ABNT, 1992). Apesar disso, a iluminação artificial permanece totalmente acesa ao longo do período de utilização.

Quadro 3 – Resultados das medições e levantamentos realizados nas salas de aula das escolas A, B e C.

Escola	Níveis de luminância medidos no plano de trabalho, conforme NBR 5413:1992 e NBR 5382: 1985.	Relação entre luminâncias das superfícies aferida (IESNA, 2000)	Controles para a iluminação artificial	Consumo racionalizado de energia elétrica
A	Acima do apresentado pela norma, nos 09 pontos medidos.	Inadequada	Não há divisão de circuitos nem interruptores em sala de aula. Acionamento por meio de disjuntor localizado na circulação.	Não há. Todas as lâmpadas ficam permanentemente acesas. Reposição das lâmpadas de 32W (projeto) por lâmpadas de 40W.
B	Acima do apresentado pela norma, nos 09 pontos medidos.	Inadequada	Não há divisão de circuitos nem interruptores em sala de aula. Acionamento por meio de disjuntor localizado na circulação.	Não há. Todas as lâmpadas ficam permanentemente acesas. Reposição das lâmpadas de 32W (projeto) por lâmpadas de 40W.
C	Acima do apresentado pela norma, nos 09 pontos medidos.	Inadequada	Não há divisão de circuitos nem interruptores em sala de aula. Acionamento por meio de disjuntor localizado na circulação.	Não há. Todas as lâmpadas ficam permanentemente acesas. Reposição das lâmpadas de 32W (projeto) por lâmpadas de 40W.

Na Escola A, embora as salas de aula tenham uma grande área envidraçada, a iluminação não é suficiente, em vários momentos do dia. Os corredores atuam como proteções solares, mas não evitam eficientemente a incidência de luz direta na lousa e nas carteiras, nos primeiros horários da manhã (Foto 5).

O projeto da escola B tem um grande potencial para a redução do consumo de energia. Em grande parte do dia, não é necessário manter as luzes acesas para atingir os níveis de iluminância previstos em norma. Entretanto, os sistemas de proteção solar não atuam de modo efetivo nos horários em que há incidência solar com ângulos mais altos (Foto 6).



Fotos 5 e 6- Distribuição das luminâncias nas salas de aula das escolas A (a) e B (b) (renderização em cores falsas de imagem em High Dynamic Range, por meio da ferramenta Radiance).

Na sala de aula avaliada na escola B, os raios solares penetram diretamente nas salas de aula, inclusive nas que dispõem de proteção solar (face oeste). Nas salas voltadas para a face oposta (leste, sem proteção solar), o problema é ainda mais evidente durante a manhã.

Nesta escola, foram presenciadas durante os levantamentos situações críticas como: a transferência de alunos para a sala de múltiplo uso, em virtude do sol da tarde incidindo na sala em excesso e a mudança de carteira de aluno próximo a janela, para a de um colega que havia faltado, devido ao sol e ao calor.

Para efeito da verificação das condições ambientais, nos estudos de caso, e cruzamento com os níveis de satisfação declarados, foram realizadas medições em salas de aula típicas, utilizadas pela população respondente, dentro do horário correspondente a seu período de aula. Foi possível notar a percepção negativa dos alunos expostos às salas de aula com condições mais críticas, nas escolas A e B (Tabela 1).

No caso da escola C, embora a tabulação dos resultados dos questionários tenha apresentado “satisfatório” como moda (71 respondentes, 33 %), foi observado que, mesmo a fachada que recebeu tratamento contra os raios solares diretos apresenta problemas no início da manhã, pois a eficiência dos elementos vazados fica prejudicada pelos baixos ângulos de incidência solar.

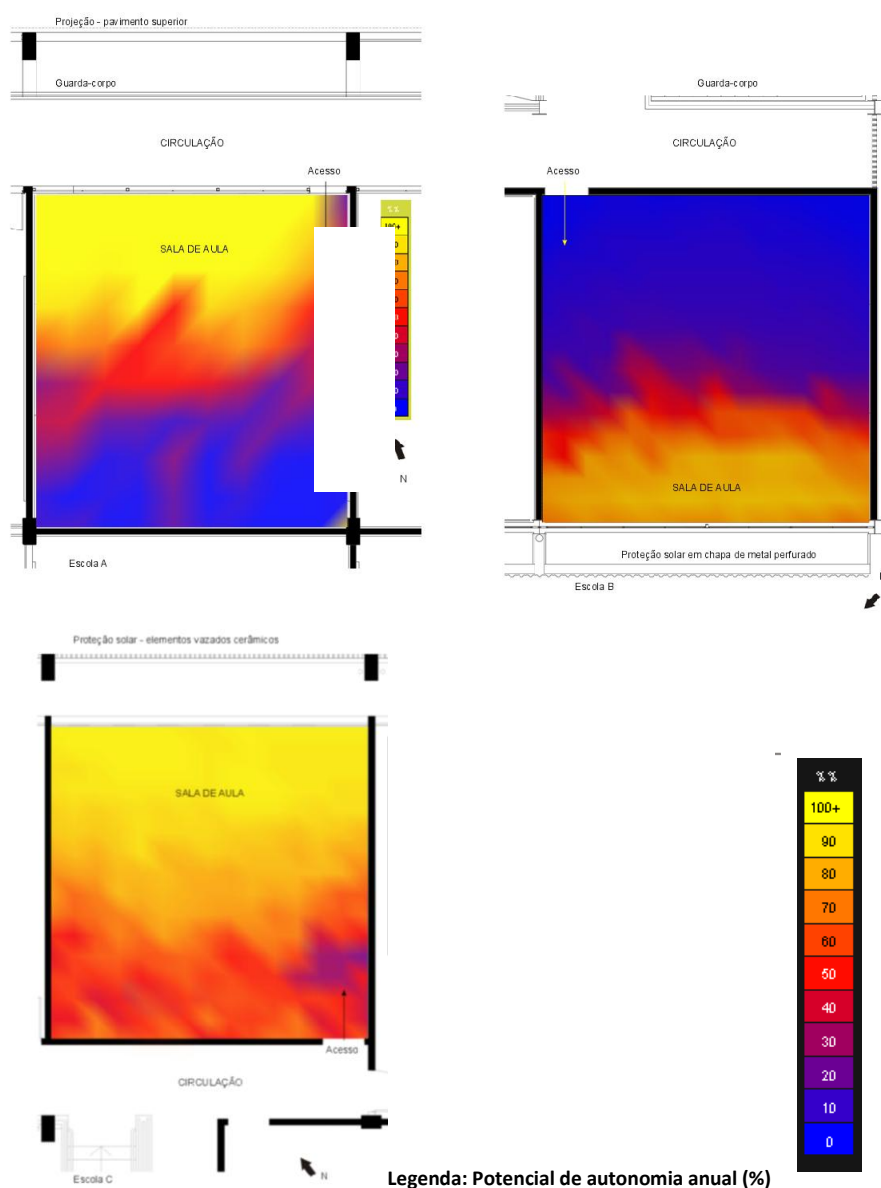
Tabela 1 – Resultados aferidos por meio da aplicação de questionários, nas escolas A, B e C.

Resultados aferidos por meio da aplicação de questionários, para a questão: dê a sua opinião sobre a luz do sol em sua sala de aula. Considere sua carteira escolar e a lousa.							
Escola	Excelente	Satisfatória	Insatisfatória	Péssima	Não se aplica	Total de alunos matriculados na 8ª série *	Total de respondentes
A	9 (11,7%)	22 (28,6%)	18 (23,4%)	24 (31,2%)	4 (5,2%)	84	77
B	6 (7,4%)	15 (18,5%)	20 (24,7%)	40 (49,4%)	0	82	81
C	66 (31,4%)	71 (33%)	39 (18,6%)	29 (13,8%)	5 (2,4%)	255	210
Legenda:	Moda	*(dados referentes ao 1º semestre de 2009)					

Considerando os comentários documentados durante os grupos focais realizados com professores, observa-se que as demandas envolvendo aspectos correlatos à iluminação apresentam teor semelhante: abordam a instalação de cortinas (escolas A, B e C), a proteção das carteiras contra a incidência de luz solar direta (escolas A e B) e o tratamento da superfície da lousa, a qual apresenta níveis de luminância com diferenças representativas (escolas A, B e C).

4.1 Iluminação natural – Potencial de autonomia nas salas de aula

A verificação do potencial de autonomia de luz natural para as salas de aula avaliadas nas escolas A, B e C (Figuras 2, 3 e 4) mostra que existe a possibilidade de economia significativa de energia, por meio do acionamento individual das luminárias próximas às janelas. Entretanto, as salas de aula das escolas A e B apresentam distribuição de luz natural irregular, privilegiando apenas as áreas mais próximas à janela.



Figuras 2, 3 e 4 - Potencial anual de autonomia de iluminação natural das escolas A (superior esquerda), B (superior direita) e C (inferior), considerando intervalo 07h00min e 18h00min e 300 lux no plano de trabalho. Fonte: Daysym.

Apesar de não haver necessidade de manter todas as luzes acesas ao longo do período de aulas, a atual distribuição dos circuitos para estes ambientes, nos três casos, obriga ao acendimento simultâneo das 8 luminárias previstas para ambiente.

Foi identificada, nos casos das escolas A, B e C, uma preocupação em bloquear raios solares diretos no plano de trabalho horizontal (carteiras escolares). Entretanto, a solução arquitetônica apresentada para os vãos e elementos de sombreamento não contemplam dispositivos (bandejas de luz ou *louvers*) que possibilitem a reflexão da luz bloqueada para o interior da sala de aula, de modo a prover iluminação difusa que pudesse auxiliar na iluminação do forro.

4.2 Consumo eficiente de energia elétrica no edifício escolar

Além da utilização desnecessária de iluminação artificial nas salas de aula, apresentada no item 4.1, foram identificadas outras situações recorrentes envolvendo o uso da iluminação artificial nos casos A, B e C, como: a falta de manutenção adequada (Foto 7) e o acionamento de lâmpadas em áreas comuns mesmo quando há iluminação natural suficiente para apagá-la (Foto 8).



Foto 7 - Falta de manutenção no sistema de iluminação artificial (Escola A). Fonte: acervo pessoal.



Foto 8 - Luzes acesas em períodos nos quais não são necessárias, devido à disponibilidade de luz natural suficiente (Escola B). Fonte: acervo pessoal.

Outro aspecto relevante, envolvendo a manutenção do sistema de iluminação observado envolveu a substituição de lâmpadas de 32 W (especificadas em projeto) por unidades de 40W. Ao questionar, durante as entrevistas com responsáveis administrativos, o motivo pela troca das lâmpadas, a substituição foi justificada pelo menor preço unitário destas. Entretanto, nestes casos, não é considerado o custo do consumo energético excedente, proveniente desta alteração de projeto, uma vez que, considerando as 16 lâmpadas permanentemente acesas em sala de aula, esta alteração representa o excedente de 128W por ambiente.

5 REALIMENTAÇÃO DE PROJETO: ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS EM FUTUROS EDIFÍCIOS ESCOLARES

Deste modo, a partir da avaliação das diretrizes de projeto vigentes para a concepção de escolas estaduais paulistas e considerando os resultados da APO aplicada às escolas A, B e C, são aspectos a serem considerados, a fim de prover ambientes luminosos de qualidade para futuros edifícios escolares, visando a proporcionar um ambiente luminoso de qualidade:

- evitar a incidência de raios solares diretos, incorporando elementos de sombreamento (como brises e persianas) e componentes para a reflexão, como bandejas de luz;
- rever a política de dimensionamento e de distribuição dos vãos (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2009), incorporando, inclusive, a adoção de janelas altas (clerestórios) e de iluminação zenital, para uma melhor distribuição da

iluminação natural e iluminando, de modo mais eficiente as superfícies compostas por paredes e tetos;

- c) adotar um sistema de iluminação para a lousa, de modo a focar a atenção dos alunos e fornecer boa distribuição de iluminação no plano vertical. Esta providência, além de melhorar os níveis de conforto visual dos alunos, atuaria como uma estratégia para estimular e manter o interesse seu (KAUFMAN, 1987; IESNA, 2000);
- d) integrar o sistema de iluminação artificial ao de iluminação natural, permitindo o acionamento independente de circuitos de luminárias próximas às janelas;
- e) dar ao professor autonomia para ajustar os níveis de iluminação, por meio de persianas e cortinas, os quais, além de permitirem o ajuste em função da condição momentânea de iluminação natural também desempenham um papel psicológico importante, no sentido de permitir ao usuário o controle das condições ambientais às quais está submetido;
- f) adotar medidas efetivas para que a manutenção de componentes do sistema de iluminação artificial respeite as especificações de projeto, de modo a observar a alta eficiência de lâmpadas e reatores e a boa reprodução de cor;
- g) avaliar a possibilidade de especificação de luminárias com refletores especulares, que além de distribuir melhor a luz no ambiente, pode evitar o desconforto causado pela visualização direta das lâmpadas;
- h) considerar a possibilidade de flexibilização dos leiautes, em função de diferentes atividades acadêmicas (FRANÇA; ORNSTEIN, 2009);
- i) integrar e dimensionar corretamente todas as soluções adotadas, de forma a permitir o conforto visual e o consumo de energia eficiente, considerando as variações nos níveis de iluminação natural diários e anuais;
- j) e, finalmente, implantar programas de treinamento para os gestores e demais usuários, de modo a promover o consumo consciente e a eficiência energética. Um sistema de incentivo da redução de consumo de energia poderia, inclusive, ser considerado, de modo criar um sistema de bonificação que permitisse a incorporação dos recursos economizados à verba destinada à manutenção do respectivo edifício escolar.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5413 - **Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5382 - **Verificação de Iluminâncias de Interiores**. Rio de Janeiro, 1985.

DEBEVEC, P. E.; MALIK, J. **Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs**. Lawrence Berkley National Laboratory, University of California: 1997.

FRANÇA, A. J. G. L.; ORNSTEIN, S. W. Impactos da Tecnologia da Informação (TI) em Ambientes Escolares: O caso de três escolas públicas situadas na região metropolitana de São Paulo. In: **I Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído e XI Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**, São Carlos: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC, 2009.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO - FDE. **Catálogos técnicos sobre ambientes e distribuição; mobiliário; componentes; serviços; normas de apresentação de projetos; arquitetura e paisagismo; instalações prediais, segurança, estrutura e outros**. Acessado em: 08/06/2009. [www.fde.sp.gov.br/PORTAL_FDE].

GUZOWSKI, M. **Daylighting for Sustainable Design**. McGraw-Hill Book Co., NY: 2000.

HESCHONG, L. **Daylight in Schools: An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance**. Pacific Gas and Electric California Board for Energy Efficiency Third Part Program. EUA, 1999.

HESCHONG MAHONE GROUP. **Daylighting in Schools, Additional Analysis**. New Building Institute, California, EUA: 2001.

HESCHONG MAHONE GROUP. **Windows and Classrooms: a study of student performance and indoor environment**. California Energy Commission, California, EUA: 2003.

HESCHONG MAHONE GROUP. **Windows and Offices: a study of worker performance and indoor environment**. California Energy Commission, California, EUA: 2003 b.

IESNA – Illuminating Engineering Society of North America. **IES Lighting Handbook**, reference and application – 9th edition. New York, IESNA, 2000.

INANICI, M.; GALVIN, J. **Evaluation of High Dynamic Range Photography as a Luminance Mapping Technique**. Lawrence Berkley National Laboratory, University of California: 2004.

JACOBS, A.; WILSON, M. Determining Lens Vignetting With HDR Techniques. **XII National Conference on Lighting**. Varna, Bulgaria: 2007.

KALFMAN, J. (Ed.). **IES Lighting Handbook**. Application Volume. NY, 1987.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; PIÑA, S. A.; MIKAMI G. Avaliação da Funcionalidade de Prédio Escolar da Rede Pública: O caso de Campinas. **VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído**. São Pedro, SP, Brasil, 2001.

ORNSTEIN, S. W. et al. Improving the quality of school facilities through building performance assessment: Educational reform and school building quality in Sao Paulo, Brazil. **Journal of Educational Administration**, v. 47, 2009, pp. 50-367.

ORNSTEIN, S. W.; MARTINS, C. A. **Arquitetura, manutenção e segurança de ambientes escolares: um estudo aplicativo de APO**. Brasil - São Paulo, SP. 1997. Ambiente Construído: Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, jan./jun. v.1, n.1 pp. 7-18.

RALOFF, J. Does Light Have a Dark Side? **Science News Online**, Vol. 154, nº 16, EUA: 1998.

RAPOPORT, A. **Vivienda y Cultura**. Barcelona. Editorial Gustavo Gilli, 1972.

REINHART, C. F.; MARDALJEVIC, J.; ROGERS, Z. **Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building Design**. Institute for Research in Construction, National Research Council. Leukos, V. 3, nº1, pp. 1-25. Canada: 2006.

SCARAZZATO, P. S. A APO e a Iluminação Ambiental. In: **ENTAC 93. Avanços em Tecnologia e Gestão da Produção de Edificações**. São Paulo, SP: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - ANTAC –Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP/ ANTAC, 1993. v. II. pp. 835-838.

SCARAZZATO, P. S. **O conceito de Dia Típico de Projeto Aplicado à Iluminação Natural: dados referenciais para localizações brasileiras**. São Paulo, 1995. Tese (doutoramento em arquitetura). FAUUSP, São Paulo: 1995.

VEITCH, J. A. Psychological Processes Influencing Lighting Quality. **Journal of the Illuminating Engineering Society**, V. 30, nº1, Canadá, 2001, pp. 124-140.