

## **AVALIAÇÃO DO CONFORTO LUMÍNICO EM ESCOLAS PÚBLICAS DE PRESIDENTE PRUDENTE – SP (805)**

**Victor Martins de Aguiar<sup>1</sup>; Carolina Lotufo Bueno Bartholomei<sup>2</sup>**

(1) Graduando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Presidente Prudente. Email: [victormartins56@hotmail.com](mailto:victormartins56@hotmail.com)

(2) Professora Doutora do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Presidente Prudente e Líder do Grupo de Pesquisa Conforto Ambiental em Espaços Externos. Email: [carolinalotufo@fct.unesp.br](mailto:carolinalotufo@fct.unesp.br)

### **Resumo**

*É fato que as condições do ambiente influenciam o bem-estar dos usuários. No caso das edificações escolares, os índices do conforto ambiental são essenciais na aprendizagem. Em razão da maioria das edificações serem projetadas segundo modelos construtivos pouco eficientes, este trabalho avaliou se os níveis de iluminância de quatro salas de aula em Presidente Prudente – SP estavam de acordo com a NBR 5413 (1992): Iluminância de Interiores. A Norma recomenda para salas de aula o valor de 300 lux e para lousas 500 lux. Todas as informações coletadas foram fundamentais para a elaboração de diretrizes com o intuito de readequar os ambientes às condições ideais. Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) na modalidade Iniciação Científica, sendo realizado entre os meses de abril de 2011 a março de 2012.*

**Palavras Chaves:** Conforto Lumínico, Escolas, Iluminação, Desempenho Lumínico.

### **Abstract**

*It is a fact that environmental conditions influence the well-being of users. In the case of school buildings, the rates of environmental comfort are crucial in learning. Because the majority of buildings are designed according to models constructive inefficient, this study evaluated whether levels of illuminance four classrooms in Presidente Prudente - SP were according to NBR 5413 (1992): Illuminance Interior. The Standard recommends for classrooms value of 300 lux and 500 lux for blackboards. All information collected was fundamental to the development of guidelines in order to readjust the settings to the ideal conditions. This work was funded by the Foundation for Research Support of the State of São Paulo (FAPESP) modality in Undergraduate Research, being held between the months of April 2011 to March 2012.*

**Keywords:** Comfort Luminous, Schools, Lighting, Luminous Performance.

## **1. INTRODUÇÃO**

Na história da arquitetura afirma Pereira (2006) que o correto uso da iluminação natural sempre esteve ligado à prática do projeto arquitetônico, porém com o desenvolvimento dos sistemas artificiais seu emprego passou a não ser essencial para garantir os níveis satisfatórios de iluminância. Este aspecto é comumente observado em inúmeras edificações, como as escolares, cujos projetos em sua maioria não consideram as variáveis do clima e tampouco empregam estratégias para o aproveitamento da iluminação natural.

As variáveis referentes ao conforto lumínico apresentam soluções simples, no entanto devem ser analisadas adequadamente desde o anteprojeto e pensadas com o devido cuidado (GEMELLI, 2009). Destaca Lima (2002), quando estas variáveis não são previstas inicialmente se exige o complemento com os sistemas artificiais de iluminação, mesmo durante o dia, de tal modo que se eleva o consumo de energia.

Deste modo é evidente que a qualidade do ensino não é resultado somente da formação dos professores, mas das características dos ambientes, que devem assegurar condições saudáveis para a aprendizagem e beneficiar o convívio.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram avaliadas duas escolas em Presidente Prudente - SP, uma localizada na Zona Leste (Escola Municipal Padre Emílio Becker) e a outra na Zona Oeste (Escola Estadual Professor Hugo Miele), em virtude de apresentarem projetos arquitetônicos semelhantes, contudo atendem faixas etárias diferentes.

Após a identificação da implantação e das características construtivas das edificações foram selecionadas duas salas de aula em cada escola com a incidência da radiação solar direta em um período do dia.

Ao todo foram realizadas 16 medições que coletaram com o auxílio do luxímetro modelo LD-209, em 25 pontos no piso e 3 pontos na lousa, o nível de iluminância em quatro condições distintas: luz acesa e apagada com as cortinas abertas e fechadas. As malhas com os pontos necessários para a verificação dos níveis de iluminância na sala e na lousa foram elaboradas segundo a NBR 15215-4 (2005): Iluminação natural/ Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de Medição.

As medições aconteceram durante o inverno e o verão em dois momentos do dia, manhã e tarde, após o término das aulas. No inverno as medições ocorreram na Escola Municipal Padre Emílio Becker nos dias 24 e 29 de agosto com o céu sem nenhuma nuvem, enquanto na Escola Estadual Professor Hugo Miele nos dias 26 e 27 de setembro sob condições de céu semelhante a da medição na outra escola. No verão as medições aconteceram na Escola Municipal Padre Emílio Becker nos dias 4 e 10 e na Escola Estadual Professor Hugo Miele nos dias 7 e 8 de novembro, em ambos os dias com o céu apresentando poucas nuvens.

Durante as medições foram aplicados questionários aos alunos e funcionários com a finalidade de analisar se a percepção destes era semelhante aos dados coletados.

Antes da realização das medições os questionários foram reformulados, devido durante o pré-teste os alunos menores demonstrarem dificuldade ao responder, exigindo a interferência das professoras nas respostas.

Posteriormente as medições, com os dados tabulados foram elaborados gráficos das quatro condições, enquanto as curvas isolux somente com a luz acesa estando as cortinas abertas, em virtude de corresponder a condição de uso frequente das salas.

## **3. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS**

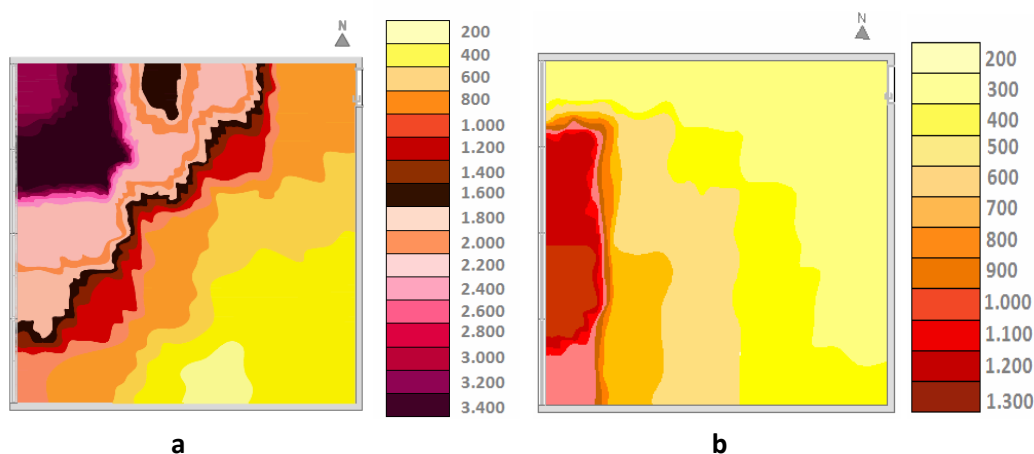
A Escola Padre Emílio Becker que atende da 2º a 5º série do ensino fundamental está implantada no eixo Norte (N) – Sul (S). Quanto ao seu espaço edificado abrange uma área de 2.035,25 m², sendo a estrutura em concreto e as vedações em alvenaria. As salas de aula possuem características semelhantes, quanto à dimensão, revestimento, padrão das aberturas, número de luminárias e não há interruptores para o controle das luminárias e ventiladores.

As duas salas avaliadas, 16 e 25, apresentam as paredes em duas cores. A primeira faixa na cor amarela, que se estende até 1,70 m, enquanto a outra na cor branca. O forro também é na cor branca e o piso em cimento queimado. As aberturas basculantes, com peitoril de 0,70 m, se prolongam em uma das elevações. O pé-direito é de 3,20 m. Das nove luminárias, com duas lâmpadas fluorescentes, duas estavam em desuso na Sala 16, enquanto na Sala 25 todas em uso.

Analizando de forma conjunta os dados do inverno e verão, sobretudo na condição com a luz acesa e as cortinas abertas na Sala 16 durante a manhã, que atendia os alunos da 4º série C cuja

faixa etária era de 9 anos, nas duas estações os valores próximos as aberturas foram superiores a 500 lux, portanto acima do máximo recomendado pela NBR 5431(1992). Contudo, com a luz apagada estando as cortinas abertas durante o inverno os pontos no fundo da sala se enquadraram abaixo do mínimo de 200 lux. Observamos na lousa com a luz acesa e as cortinas abertas que o Ponto 1 no verão apresentou 100 lux a mais comparado ao inverno. Nesta condição nas duas estações os valores atenderam somente o mínimo de 300 lux. Ainda com as cortinas abertas, porém na condição com a luz apagada somente no Ponto 1 foi coletado valores acima do mínimo.

No período da tarde, porém atendendo a faixa etária de 8 anos da 3ª série C, com a luz acesa e as cortinas abertas, três pontos na sala próximos às aberturas se enquadraram acima de 3.500 lux no inverno (Figura 1a). Verificamos no verão que embora fossem reduzidos à metade também estavam acima do recomendado. Todos os valores na lousa foram coletados acima do máximo no inverno, em ambas as condições com as cortinas abertas, entretanto no verão com a luz apagada o Ponto 3 estava abaixo do mínimo. Apesar dos valores se enquadrarem acima do recomendado no inverno 61 % dos alunos considerou a sala pouco clara e somente 4% pouco escura.



**Figura 1** – a. Curvas Isolux da Sala 16 no período da tarde no inverno; b- Curvas Isolux da Sala 25 no período da tarde no verão.

**Fonte:** Arquivo do autor, 2011.

No verão no período da manhã na Sala 25, que atendia alunos da 4ª série B com faixa etária de 9 anos, com a luz acesa e as cortinas abertas, dois valores foram inferiores a 300 lux, se enquadrando apenas no mínimo. Observamos também nesta condição que os Pontos 2, 3 e 4, próximos às aberturas, superaram 1.000 lux no verão, enquanto no inverno estavam abaixo de 800 lux. Mantendo as cortinas abertas, mas com a luz apagada os valores dos pontos distantes às aberturas, sobretudo no inverno estavam abaixo de 200 lux. Nos pontos 5 e 6 em ambas as estações apesar da proximidade às aberturas os valores decaem em todas as condições, devido a presença do armário como medida a evitar ocorrência do ofuscamento na lousa. Todos os valores com a luz acesa e as cortinas abertas atenderam somente o mínimo de 300 lux na lousa nas duas estações. Verificamos nos questionários do verão que houve uma redução dos alunos que enxergavam muito bem o que estava escrito na lousa e quanto à iluminação da sala dobrou o número que a consideraram pouco clara comparado ao inverno.

Nos pontos próximos às aberturas no período da tarde na sala que atendia a faixa etária de 8 anos da 3ª série B, com a luz acesa e as cortinas abertas, a diferença entre as duas estações foram de aproximadamente 600 lux, tendo em vista que os valores no verão estavam acima de 1.300 lux (Figura 1b). Ainda nesta condição os valores do Ponto 10 ao 18 no inverno, que representam o centro e o fundo da sala, se enquadraram abaixo de 300 lux, contudo acima do mínimo. No verão os Pontos 18 e 13 estavam abaixo de 200 lux. Com a luz acesa e as cortinas

abertas estavam acima do recomendado na lousa no verão os Pontos 1 e 2, enquanto no inverno nenhum valor atendeu a recomendação da NBR 5431 (1992), inclusive nas demais condições.

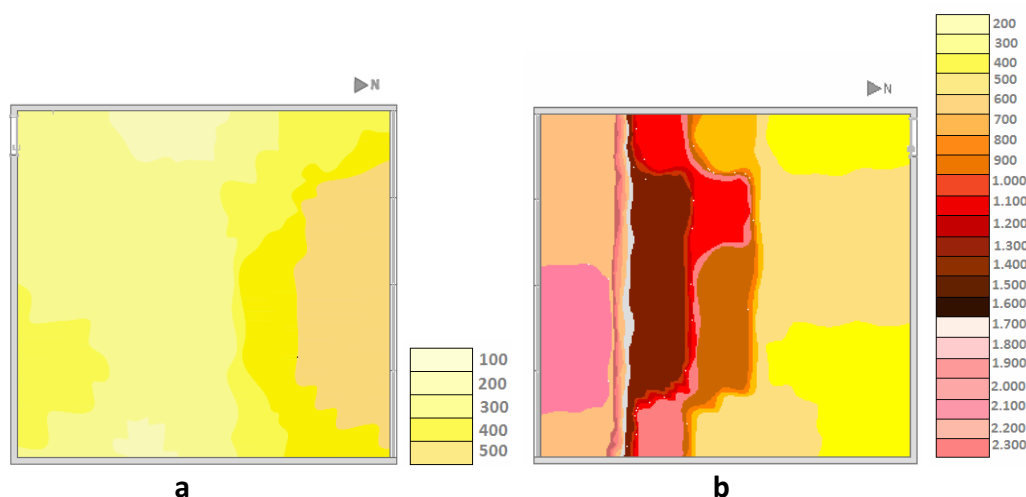
Apesar da semelhança ao projeto da Escola Municipal Padre Emílio Becker a Escola Professor Hugo Miele que atende da 6ª série do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio está implantada no eixo Leste (L) – Oeste (O). De modo geral era frequentes sinais de vandalismo, como a depredação do mobiliário, das maçanetas e o vidro das aberturas.

As salas de aula também apresentam características semelhantes, quanto à dimensão, revestimento, padrão das aberturas, número de luminárias e a não existência de interruptores para o controle das luminárias e ventiladores.

As paredes das salas avaliadas, 09 e 13, foram pintadas na cor bege até 2,00 m, enquanto o restante na cor branca. As aberturas basculantes se estendem em uma das paredes, com peitoril de 0,70 m. O pé-direito é de 3,20 m. As nove luminárias, com duas lâmpadas fluorescentes, estavam todas em funcionamento nas duas salas. Ambas as salas no período da tarde possuíam alunos com deficiência visual.

Verificamos na Sala 09 com a luz acesa e as cortinas abertas, com a faixa etária dos alunos entre 14 anos da 8ª série A, no período da manhã que no verão os valores próximos às aberturas estavam acima de 800 lux e no inverno de 500 lux (Figura 2a). Os valores dos pontos afastados às aberturas no inverno com a luz apagada, porém ainda com as cortinas abertas, estavam abaixo de 300 lux. Devido à ausência das cortinas em alguns trechos, os valores da situação quando fechadas muitas vezes foram semelhante quando abertas. Nas duas estações os valores coletados na lousa não atenderam o recomendado pela NBR 5413 (1992) de 500 lux. Embora no inverno os valores coletados fossem menores que o do verão, principalmente no centro e no fundo da sala a resposta pouco clara foi a menor assinalada no inverno, ao contrário do verão onde a maioria a respondeu.

No período da tarde cuja faixa etária era entre 13 anos da 7ª série A, ainda com a luz acesa e as cortinas abertas, no inverno doze valores foram coletados abaixo de 200 lux, enquanto no verão quatro. Com a luz apagada e as cortinas abertas a situação agravou-se no inverno sendo coletados valores abaixo de 50 lux no fundo da sala. Na lousa nenhum valor atendeu ao mínimo de 300 lux no inverno, enquanto no verão apenas o Ponto 1, com a luz acesa e as cortinas abertas.



**Figura 2** – a. Curvas Isolux da Sala 09 no período da manhã no inverno; b. Curvas Isolux da Sala 13 no período da manhã no inverno no verão.

**Fonte:** Arquivo do autor, 2011.

No período da manhã na Sala 13 do 2º ano C, cuja faixa etária era entre 16 anos, a diferença entre as duas estações, com a luz acesa e as cortinas abertas, foi superior a 1.000 lux nos pontos próximos às aberturas (Figura 2b). Com a luz apagada e as cortinas abertas durante o inverno os

valores decaem a partir do Ponto 7 que se localizava no centro da sala, de modo que verificamos três valores abaixo do mínimo, enquanto no verão apenas um. Na lousa todos os valores atenderam o mínimo de 300 lux, conforme a NBR 5431 (1992), estando à luz acesa e as cortinas abertas.

Semelhante à manhã no período da tarde na 8ª série E, com faixa etária entre 14 anos, foi observado com a luz apagada estando as cortinas abertas sete pontos abaixo do recomendado, enquanto no verão somente um. Na condição com a luz acesa os pontos próximos às aberturas estavam acima do recomendado, contudo não ultrapassaram o máximo de 500 lux, enquanto nos pontos afastados os valores se enquadram abaixo do mínimo, sendo o menor valor 58 lux. Observamos também na lousa situação semelhante à manhã com a luz acesa, onde com as cortinas abertas todos os valores foram acima do mínimo.

#### 4. CONCLUSÃO

O presente estudo avaliou o conforto lumínico na Escola Municipal Padre Emílio Becker e na Escola Professor Hugo Miele, constatando oscilação na distribuição da iluminação e valores inferiores ao recomendado pela NBR 5413 (1992) nos pontos afastados às aberturas. A situação agrava-se com a luz apagada, demonstrando a dependência ao sistema artificial de iluminação. Com base nos resultados coletados concluímos que alternativas para a melhoria das condições lumínicas deveriam ser analisadas, visando à prevenção da saúde dos alunos e funcionários.

A não conformidade às normas das salas está relacionada, basicamente, a três fatores. O primeiro ao projeto construtivo, que não procurou reduzir a radiação direta nas elevações a partir de elementos de proteção. O segundo a distribuição das luminárias, que acarreta oscilação na iluminância, de modo que nas proximidades às aberturas os valores foram superiores ao máximo, enquanto distantes destas, muitas vezes, inferiores ao mínimo. O terceiro ponto a falta de manutenção dos sistemas elétricos, que acarreta lâmpadas em desuso.

O acréscimo e a melhor distribuição da iluminação dependem nas salas principalmente da substituição do revestimento das paredes internas e do piso, além da redistribuição das luminárias, visando elevar os níveis das áreas distantes às aberturas.

Os aspectos destacados neste trabalho visam contribuir aos projetos de edificações escolares da rede pública de ensino, que nas últimas décadas pautarem-se na padronização, alertando a influência dos índices de conforto ambiental à aprendizagem.

#### 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5413**: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1992. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15215-4**: Iluminação Natural: Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de Medição. Rio de Janeiro, 2005. 16p.

GEMELLI, C. B. **Avaliação de conforto térmico, acústico e lumínico de edificação escolar com estratégias sustentáveis e bioclimáticas**: o caso da Escola Municipal de Ensino Fundamental Frei Pacífico. 2009. 175 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LIMA, T. B. S. A. **Simulação computacional auxiliando no aproveitamento da luz natural e na economia de energia**. In: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, 10., 2002. São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2002. p. 747-756.

PEREIRA, D. C. L. **Modelos físicos reduzidos**: uma ferramenta para avaliação da iluminação natural. 2006. 246 f. Tese (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.