



## AVALIAÇÃO DO CONFORTO LUMÍNICO EM EDIFICAÇÕES ESCOLARES

**J Nery; G Coelho; T Andrade**

Universidade Federal da Bahia

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Laboratório de Conforto Ambiental - LACAM

40210-350 - Salvador/BA - Brasil

Fax (+55 XX 71) 247-3511

e-mail: [lacam@ufba.br](mailto:lacam@ufba.br)

### Resumo

*Este trabalho avalia o Conforto Lumínico de sala de aula de escola pública de 2º grau, através de medições e cálculos do nível de iluminação natural e artificial, e levantamento de opinião dos usuários. A escola analisada, Escola Estadual José Tobias Neto, atendeu as condições de conforto lumínico, com a iluminação natural contribuindo com níveis elevados próximo à janela, com valores de até 900 lux.. Embora cerca de 23% dos usuários entrevistados (professores e alunos) avaliou esta condição como ruim ou péssima, os níveis de iluminação encontrados estão acima de 300 lux, compatíveis com a recomendação da NBR-5413.*

### Abstract

This paper studies the illuminating requirements for human comfort for secondary public school inside classroom, through measurements and calculations of the natural and artificial luminance distribution. It was also applied a questionnaire to know the users opinion (teachers and students) . At the analyzed school – Escola Estadual José Tobias Neto – it was observed that the classrooms' lighting levels reached the comfort condition, compatible with the NBR-5413 Brazilian requirements. The natural lighting contributed with high luminance levels near the windows – with values until 900 lux, besides 23% of the users availed the classrooms' lighting levels as bad or worse.

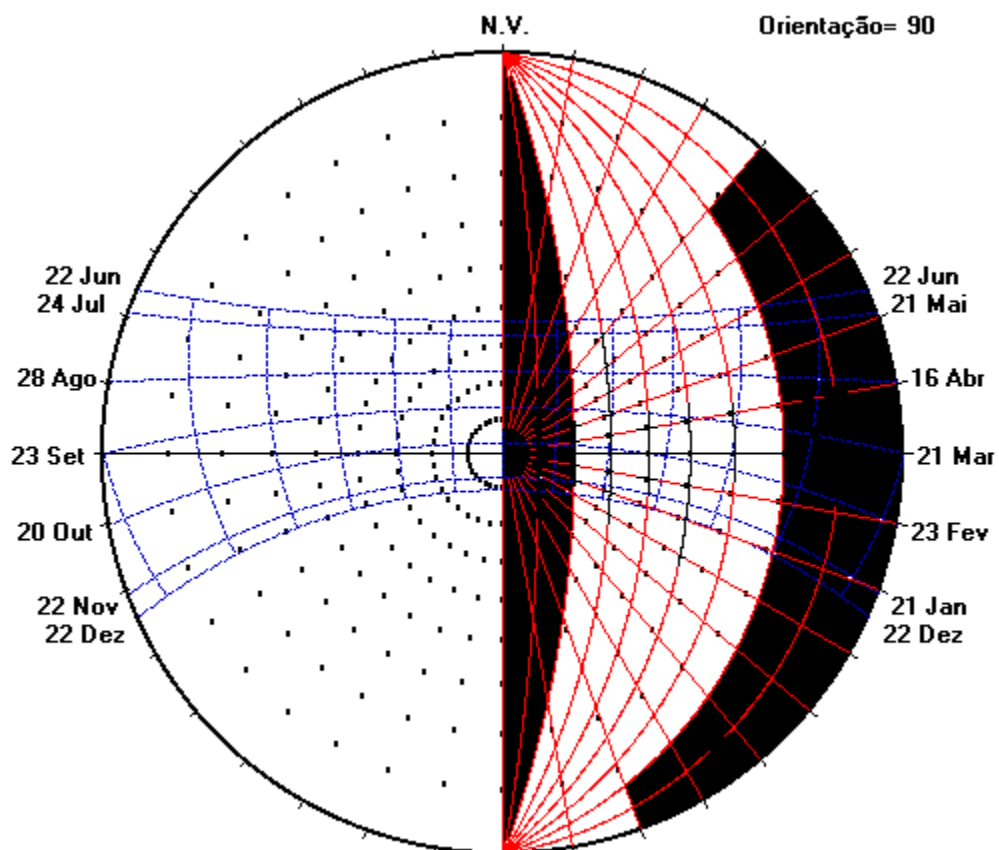
## 1 Introdução

Nos edifícios escolares, a iluminação assume um papel fundamental no desempenho das tarefas visuais e conseqüentemente no rendimento escolar. A leitura e a escrita na mesa de trabalho, assim como, a leitura do quadro negro, exige nível de iluminância adequado, distribuído uniformemente em todo ambiente, sem provocar excesso de luz ou sombras. A Norma Brasileira (NBR-5413) estabelece níveis de iluminância para iluminação geral de salas de aula de 300 lux, e 500 lux para iluminação de quadro negro.

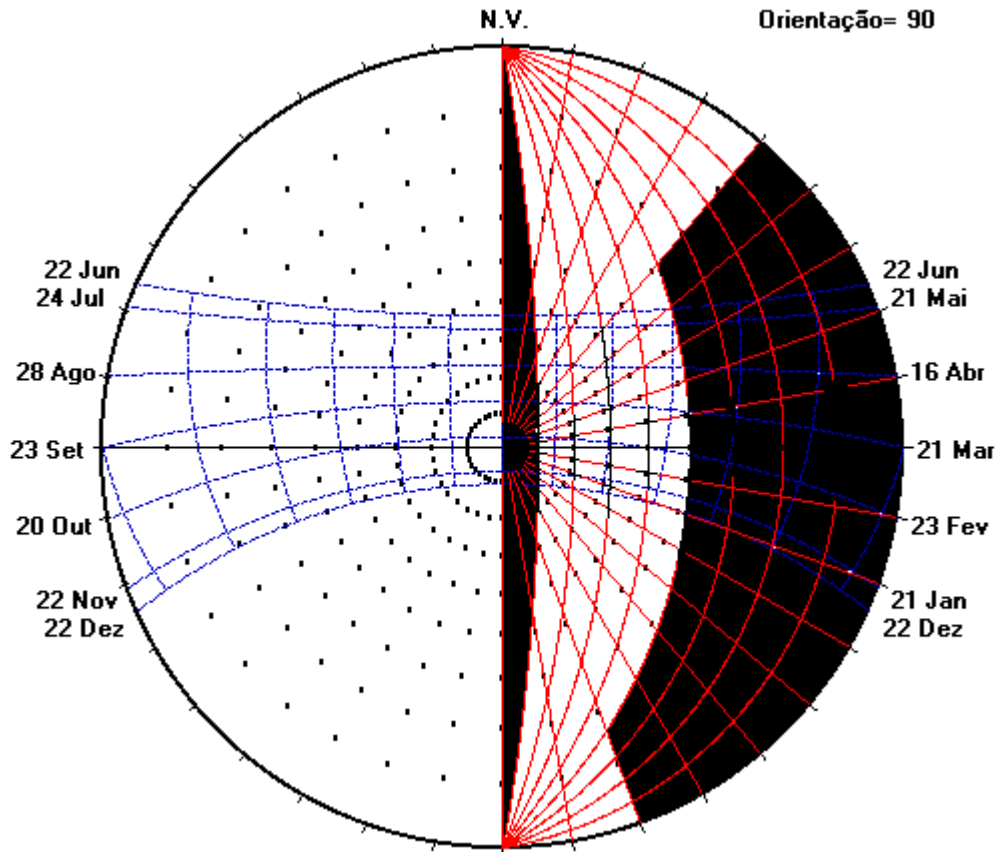
No entanto, sabe-se que, os projetistas não tem levado em conta os aspectos de conforto ambiental e, em especial, o conforto luminoso, objeto desse trabalho. Para se verificar o nível de conforto ambiental em escolas públicas em Salvador, foi idealizada uma pesquisa com o objetivo tanto de diagnosticar a qualidade do ambiente construído como também de se implementar um processo de pós-avaliação com medições das variáveis ambientais e levantamento da opinião dos usuários. Apresentaremos aqui, parte dessa pesquisa contendo dados medidos e calculados dos níveis de iluminação e sugestões preliminares de correção.

## 2 A Edificação

A Escola Estadual José Tobias Neto, construída a dois anos, tem 2 pavimentos com 4 salas no pavimento térreo e 7 salas no superior, todas orientadas para Leste, com alguma obstrução, principalmente no térreo, representadas pela máscara de sombra (Figura 1).



Sala 4



Sala 7

Figura 1: Máscaras de Sombra das janelas das salas 4 e 7.

As salas de aula tem dimensões padronizadas de 7,0m x 7,0m e área de 49 m<sup>2</sup>, duas janelas laterais orientadas para Leste, com dimensões de 3,0m x 1,7m e 10, 20 m<sup>2</sup> de área

envidraçada, duas aberturas (3,0m x 0,2m) no lado oposto das janelas, voltadas para a circulação interna com área de 1,20 m<sup>2</sup> (Figura 2). A iluminação artificial é produzida por quatro luminárias, com quatro lâmpadas fluorescentes de 40W cada. As superfícies internas são de cores claras, azulejadas até o roda-meio a 1,60m de altura.

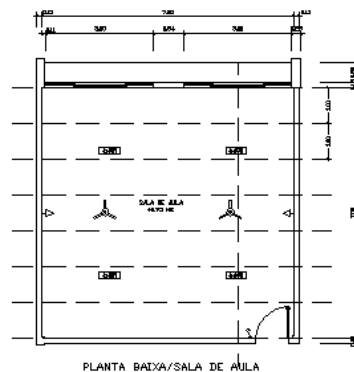


Figura 2: Planta baixa da sala de aula

Todas as salas medidas, possuíam a mesma orientação e as mesmas características técnicas, com exceção da existência de brises soleil fixos na sala destinada ao Laboratório de Ciências.

### 3 Procedimento Experimental

Para a realização das medições utilizou-se o luxímetro (PANLUX, Eletronic 2, da GOSSEN) com o sensor na posição horizontal, na altura de aproximadamente 80 cm do piso, equivalente à de leitura do estudante na mesa de trabalho. As medições foram realizadas com tempo bom, céu claro, boa luminosidade, entre 10 e 12:00 horas. Os dados medidos apresentaram pequenas variações em função da localização da sala no pavimento e no entorno, e em relação à condição de nebulosidade da abóbada celeste.

Foram escolhidas para diagnóstico do conforto lumínico, 2 salas do pavimento superior e 2 do pavimento térreo, onde foram estipuladas seis faixas paralelas à parede das janelas, medindo-se 8 pontos, distantes entre si de 1m, alinhados na direção perpendicular ao centro da primeira janela. Em cada seqüência de pontos foram realizadas 3 medições: Iluminação natural com as lâmpadas totalmente apagadas); Iluminação natural + iluminação artificial com as lâmpadas totalmente acesas); Iluminação natural + iluminação artificial (acendendo apenas as lâmpadas das duas luminárias mais afastadas da janela).

A iluminação natural medida ficou na faixa de 15 a 900 lux. As salas do pavimento térreo apresentaram níveis mais baixos, devido ao grau de obstrução causado pela edificação frontal.

A sala 3 apresentou uma variação do nível de iluminância de 80 lux à distância de 6,0 m da janela e 280 lux à distância de 1,5 m desta, enquanto a sala 4 apresentou um nível de 370 lux e 680 lux, respectivamente, em relação às mesmas distâncias. A sala 7 no pavimento superior no mesmo alinhamento vertical da sala 4, apresentou níveis superiores a esta última, variando de 420 a 890 lux, para as mesmas distâncias. A sala do laboratório de ciências que apresentou valores muito baixos, variando de 20 a 80 lux, em função da presença de *brises soleis*, que reduz significativamente a penetração da luz diurna. As salas do pavimento superior são menos obstruídas conforme representado na máscara de sombra (Figura 1).

Observou-se uma pequena variação da iluminação entre os resultados encontrados para as salas 3 e 4 no pavimento térreo, decorrentes da parede da edificação frontal à sala 3. Esta está mais próxima desta edificação, e apresentou um nível de iluminância inferior aos dados da sala 4, voltada para um espaço externo mais aberto. Observou-se ainda, que os valores encontrados na mesa de trabalho junto a parede da janela são inferiores aos valores do ponto situado a 1m da janela, tendo em vista que a altura desta mesa é inferior ao peitoril da janela. Os níveis de iluminação artificial foram medidos na presença da luz diurna (Figura 3).

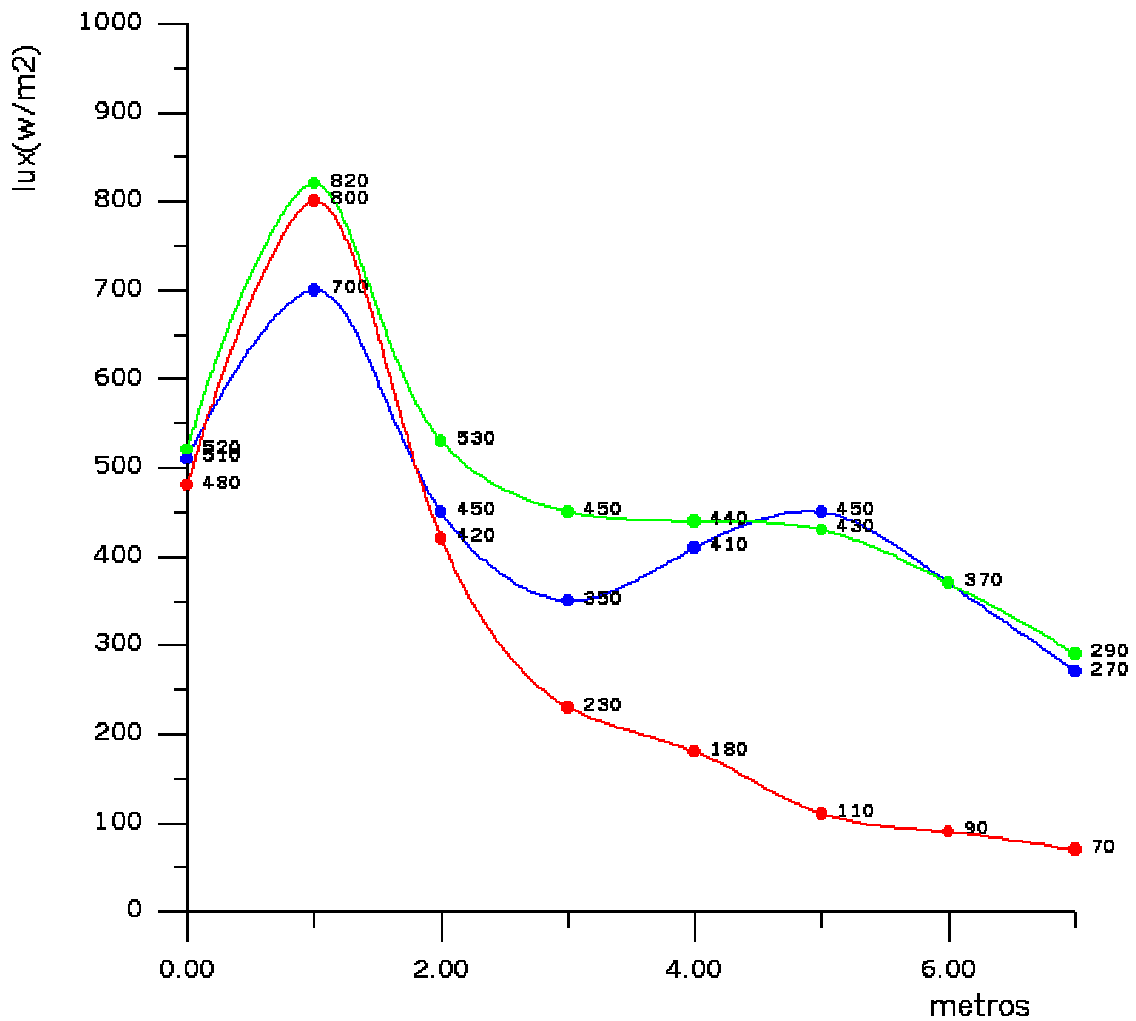
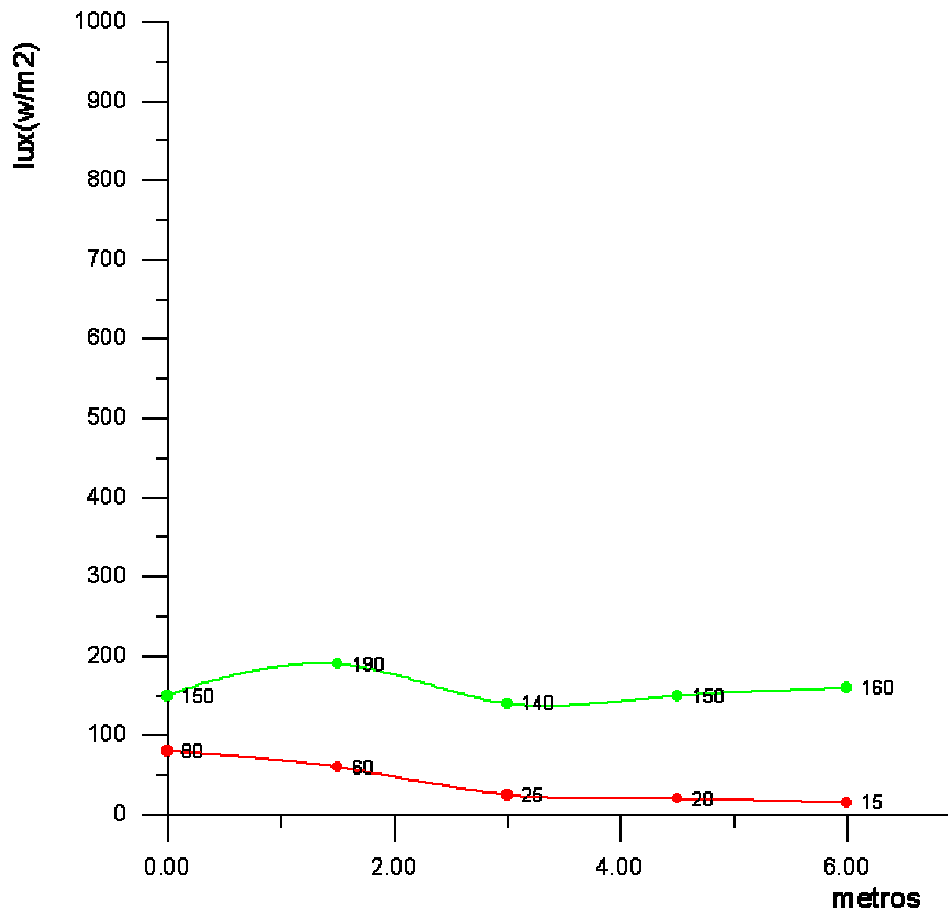


Figura 3: Níveis de iluminação na sala 4.

Como se observa na Figura 3, a iluminação artificial complementa a natural, evitando a ocorrência de níveis inferiores a 300 lux nos pontos mais distantes à janela.

#### 4 Iluminação Mista: artificial + natural

De acordo com as medições realizadas, em função das características das lâmpadas e luminárias existentes nas salas, observou-se que a iluminação geral diurna com a utilização da iluminação artificial, é superior ao nível estabelecido pela ABNT- NBR 5413, com exceção da sala do laboratório de ciências, que apresentou níveis de iluminância máxima com iluminação artificial de 190 lux (Figura 4).



**Figura4: Níveis de iluminação no Laboratório de Ciências.**

De acordo com a NBR-5413, o nível de iluminância para a iluminação geral do laboratório, seria de 200 lux, próximo portanto ao que foi encontrado nas medições, mas, não atenderia quanto a iluminação nas mesas de trabalho que seria de 500 lux.

Como pode ser observado pelo gráfico acima, os brises soleis dispostos a fim de impedir uma insolação excessiva e um eventual desconforto térmico do ambiente, acarreta um prejuízo da iluminação natural, ficando esta dependente de iluminação artificial constante. Porém, a iluminação artificial existente não supre a necessidade de 300 lux, ideal para a perfeita leitura sem desconforto.

É característico do sistema de iluminação lateral a queda exponencial dos valores dos níveis de iluminação com as distâncias à janela. Este fato implica em contraste (claro/escuro) acentuado entre pontos da sala, comprometendo o conforto visual. Nessas medições, constatou-se que a partir de 2,50 metros de distância da janela a iluminação natural reduziu de cerca de 800 lux para valores inferiores a 70 lux, o que inviabiliza o uso exclusivo da iluminação natural para salas de aula, sendo então necessário a complementação com iluminação artificial para manter o nível de iluminância mínimo exigido pela Norma.

No caso das salas estudadas, o sistema de acionamento das lâmpadas permite acender duas lâmpadas mais afastadas da janela independentemente das mais próximas.

Na Escola José Tobias Neto, constatou-se que durante o dia a iluminação natural contribui para níveis elevados próximos às janelas, de forma que somente será

necessário acender as lâmpadas que se situam à distância de 5,25 metros destas, tendo em vista que nesta situação (50% das lâmpadas acesas) o nível de iluminamento medido em toda profundidade é suficiente para atender a Norma acima citada, contribuindo para redução do consumo de energia. Durante a noite, a iluminação geral atende a Norma com a iluminação artificial.

Recomenda-se porém que para melhor qualidade do conforto lumínico nesses ambientes, o acionamento das lâmpadas sejam controlados por um sensor ótico que acenda automaticamente as lâmpadas à medida que a iluminação natural reduza o nível de iluminância para valores inferiores aos exigidos pela Norma, já que é muito difícil perceber essa variação através do olho humano.

Caso adotado o comportamento de acionar parcialmente as lâmpadas, obter-se-ia uma economia de aproximadamente 634 KW mês, cerca de 18% do consumo mensal médio da escola, correspondente ao consumo de 4 lâmpadas de 40 W, com 25% do reator, durante 8 horas por dia, em 9 salas.

O projeto da Escola Tobias Neto atende às condições de conforto lumínico, porém de 195 pessoas entrevistadas, 23% avaliou a iluminação como ruim ou péssima. Em pesquisa com professores da rede particular de ensino de Salvador, encontrou-se o percentual de 15% de reclamação de pouca luz em sala de aula (Silvany e col.; 1998). Em detrimento do resultado das enquetes, questão ainda em processo de avaliação, a análise experimental comprova a adequação do projeto à sua finalidade, em relação aos aspectos de conforto lumínico.

## **5 Referências**

Silvany e col., 1998 - Condições de Trabalho e Saúde dos Professores da Rede Particular de Ensino. Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina/UFBA. Salvador.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR-5413/1982.