

# O PROJETO DE ILUMINAÇÃO NATURAL: EDIFICAÇÕES ESCOLARES.

Maria Amália Amarante de Almeida Magalhães, Dra. em Arquitetura e Urbanismo  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UFRJ  
Rua Visconde Silva, 43, Botafogo. CEP 22271-090 Rio de Janeiro/RJ.  
Tel. (021) 2869557/ (021) 2902112 r-2714 Fax (021) 5901992 E-mail: mariama@ism.com.br

## RESUMO

Este trabalho descreve medições da luz difusa que penetra no ambiente por diferentes tipos de aberturas na fachada sul e da luz direta difundida por prateleiras de luz - *light-shelves* - na parede oposta, isto é, na orientação norte, onde o sol está presente durante todo o dia, utilizando modelo reduzido, no exterior, sob as condições naturais de luminosidade do céu. A combinação dos valores obtidos nas duas medições permitiu obter uma iluminação adequada em salas de aula localizadas no Rio de Janeiro, variando a altura, inclinação e posição das *light-shelves*, bem com as dimensões e tipos de abertura.

## ABSTRACT

This paper describes measurements of diffuse light that enters inside the building through different kinds of openings in south façades and of direct light diffused by light-shelves on the opposite wall, facing north, where sun is present during all day, by means; of a scale model, under natural conditions of sky brightness. Combination of the values obtained on the two measurements allowed adequate daylighting inside classrooms in Rio de Janeiro, varying light-shelves hight, inclination and position and opening sizes and types.

## INTRODUÇÃO

As condições de trabalho em edifícios educacionais são muitas vezes insatisfatórias, principalmente no que se refere à iluminação dos ambientes. Sendo as escolas edificações que funcionam prioritariamente durante o dia, a valorização da luz natural resultará em melhores condições ambientais, além de favorecer uma economia de energia, pela redução do uso da luz artificial.

As salas de aula, normalmente abrindo para um corredor, podem receber luz de janela baixa na fachada não ensolarada e de janela alta, onde se instalam *light-shelves*, na parede que liga ao corredor. Este, rebaixado, permite que a luz direta incidente seja refletida pelo teto e promova uma melhor distribuição da iluminação interna. O efeito das *light-shelves* também pode ser utilizado sobre a janela baixa, de forma a reduzir o ofuscamento que ocorre na sua proximidade.

Uma das formas de fazer a verificação dos dois efeitos relacionados é através de medições utilizando modelo reduzido, sob as condições naturais de luminosidade. Os resultados das medições devem ser comparados aos resultados de simulações através de software desenvolvido especialmente para a verificação da iluminância devida às *light-shelves*.

No presente trabalho apresentaremos os resultados dos dois processos de verificação da iluminância interna em uma sala de aula medindo 8.00m x 6.00m x 3.00m, com abertura em uma das paredes. Os gráficos permitem avaliar a indicação de soluções de aberturas que favoreçam a iluminância de uma sala de aula.

Foi utilizado nas medições no modelo reduzido um instrumento próprio para modelos de arquitetura, com doze fotocélulas internas, o Architectural Model Lightmeter/Daylight Factor Meter (AML/DFM), da Megatron, e o software escolhido foi o Radlite, desenvolvido por Eduardo P.B. Castro, Mestre pelo Curso de Mestrado em Arquitetura da FAU/UFRJ.

## A ILUMINAÇÃO EM SALAS DE AULA

Segundo as Normas Brasileiras para Iluminâncias de interiores, NBR5413, de abril de 1992, as salas de aula deverão ter uma iluminância média de 200 a 500 lux, sendo que os quadros negros deverão ser mais iluminados - de 300 a 750 lux.

Algumas recomendações quanto à iluminação nas salas de aula dizem respeito ao ofuscamento que deve ser evitado. Uma das formas de reduzir este ofuscamento é através do uso das *light-shelves*, que eliminam o excesso de luz próximo à janela e aumentam a iluminância no interior da sala, fazendo com que haja uma melhor distribuição da luz no ambiente. Não se descarta a necessidade da utilização da luz artificial sempre que se necessitar de iluminação especial para tarefas mais exigentes.

Quanto às condições internas do ambiente, o teto deve ser sempre claro, nunca com reflexão interior a 70%, e os pisos e paredes devem ser os mais claros possíveis, para que possam ajudar a difundir a luz no interior. Além disso, as carteiras devem ser de cores claras e sempre foscas, já que superfícies brilhantes causam maior cansaço e, conseqüentemente, desconforto à vista.

Algumas prioridades podem ser indicadas para uma sala de aula:

1. Níveis adequados de iluminação na tarefa a ser desenvolvida, como livros, quadros negros, pranchetas.
2. Formato e posicionamento adequados das fontes luminosas de maneira a não causarem ofuscamento.
3. Direção e cor satisfatória da luz.
4. Decoração adequada e agradável, no que se refere à cor e textura de paredes, piso, teto e móveis.
5. Iluminação especial para determinadas atividades.
6. Manutenção adequada de todo e qualquer equipamento, garantindo os padrões ideais durante a vida útil do prédio.

Essas preocupações não são recentes, fazendo parte das indicações feitas pelo Departamento de Pesquisa Científica e Industrial do Building Research Board, em 1944. (BRB,1944).

A preocupação com a luz natural influencia de modo substancial os projetos de arquitetura. A profundidade das salas, a altura do pé-direito, a localização das circulações, a forma das edificações e, evidentemente, a disposição das aberturas, são fatores determinantes para se obter o melhor aproveitamento da luz natural. No caso das edificações escolares, essa preocupação deve ser priorizada, tendo em vista as características já referidas quanto ao período de permanência dos usuários.

### **O EFEITO DAS *LIGHT-SHELVES***

As *light-shelves* promovem um sombreamento sem perturbar a visão do exterior; também oferecem uma distribuição da luz solar com um mínimo de ofuscamento. Reduzem a iluminação próxima à janela e redistribuem a luz mais para o fundo do cômodo. O desenho das *light-shelves* vai variar na altura, profundidade, necessidade de sombreamento, localização do envidraçado, acabamentos e refletâncias usadas, e na inclinação.

A altura deve ser aquela que promove o melhor direcionamento da luz solar incidente para que seja refletida pelo teto. A profundidade será função da altura da janela e a inclinação vai depender da latitude e da orientação. Pode-se ampliar a profundidade para reduzir a iluminação próxima à janela.

Nas medições realizadas foram utilizadas *light-shelves* com 2.00m , 2.30m e 2.50m de altura e com 1.00m e 1.50m de profundidade. O acabamento variou de superfície branca brilhante a espelhada. Os exemplos que são demonstrados no trabalho se referem à *light-shelf* com 2.00m de altura, 1.50m de profundidade e superfície branca brilhante, com refletância de 80% e balanço externo de 0.90m. O modelo representa uma sala de 8.00m x 6.00mm x 3.00m, com abertura e localização de *light-shelf* nas paredes menores.

A composição dos valores obtidos pelas medições se limitou à verificação do efeito da *light-shelf* sobre a distribuição da iluminância no interior do cômodo. Foram feitas medições só com a abertura voltada para Sul e só com a *light-shelf* na parede oposta, portanto na parede voltada para Norte. Posteriormente foram adicionados os valores obtidos e verificada a modificação do gráfico representativo da distribuição da iluminância no eixo longitudinal da sala.

### **POPOSTA DE SOLUÇÃO DE PROJETO**

Baseada nas considerações acima, e utilizando um software desenvolvido por um aluno do Mestrado em Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, próprio para avaliar os efeitos das *light-shelves*, RADLITE, foi feita uma proposta de solução de projeto de salas de aula, como exemplo de como se pode utilizar as medições em modelos reduzidos e os programas de computador como auxiliares na solução de projetos de iluminação natural.

A proposta é indicada para salas de aula em edificações de apenas um pavimento e que possam ser distribuídas ao longo de circulação com teto rebaixado.

Os dados utilizados estão indicados no quadro abaixo:

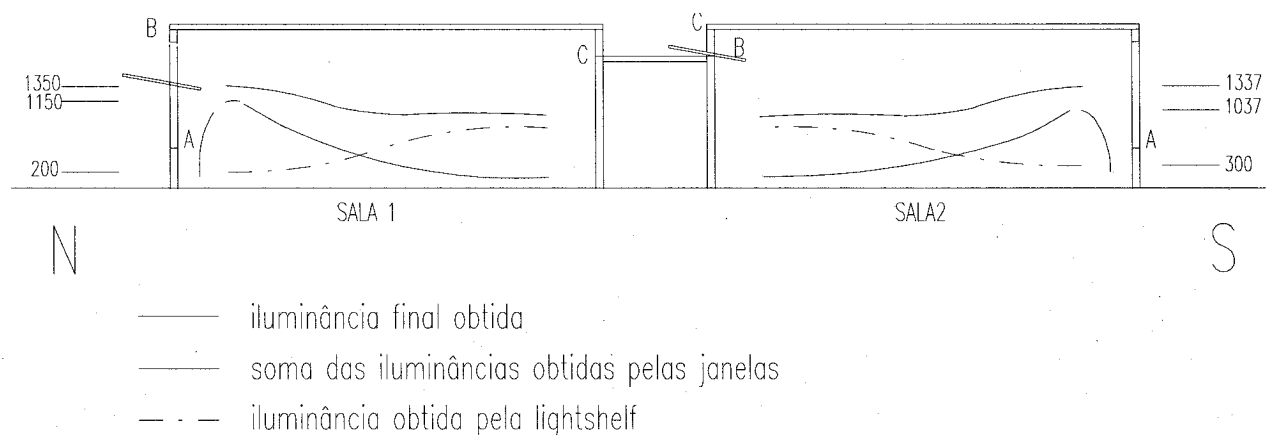


**Quadro 1. Dados das janelas e das *light-shelves*.**

	SALA 1	SALA 2
A	<p><b>Janela baixa</b>                      Altura do peitoril = 0.75m                      Altura da janela = 2.00m                      Largura da janela = 4.50m                      Distância da parede esquerda = 0.75m                      Orientação : Norte</p>	<p><b>Janela baixa</b>                      Altura do peitoril = 0.75m                      Altura da janela = 2.00m                      Largura da janela = 4.50m                      Distância da parede esquerda = 0.75m                      Orientação : Sul</p>
B	<p><b>Lightshelf</b>                      Altura da prateleira = 2.00m                      Balanço = 0.90m                      Orientação : Norte</p>	<p><b>Lightshelf</b>                      Altura da prateleira = 2.00m                      Balanço = 0.90m                      Orientação : Norte</p>
C	<p><b>Janela Alta</b>                      Altura do peitoril = 2.50m                      Altura da janela = 0.50m                      Largura da janela = 6.00m                      Orientação : Sul</p>	<p><b>Janela Alta</b>                      Altura do peitoril = 2.50m                      Altura da janela = 0.50m                      Largura da janela = 6.00m                      Orientação : Norte</p>

No esquema reproduzido na figura 1, os valores utilizados para o gráfico resultante foram obtidos em simulações separadas: da iluminância obtida pelas janelas A e C e da iluminância obtida pelo efeito da *light-shelf* na sala 1; da iluminância obtida pela janela A e da iluminância obtida pelo efeito da *light-shelf* na sala 2. A soma dos valores gerou o gráfico final, representando a distribuição da iluminância final.

Pode-se observar que as distribuições finais, tanto na sala 1 quanto na sala 2 são bastante semelhantes e bastante homogêneas, propiciando uma iluminação bem superior à recomendada pela Norma Brasileira. O gráfico representa a situação devida a um céu claro, no Rio de Janeiro, numa altitude de 26m, na latitude de -22,90. A luminosidade incidente varia de 6000 a 13000 lux. Considerando que, sob céu encoberto, a mesma luminosidade incidente varia de 3000 a 35000 lux, ainda se chegará a níveis adequados de iluminação na situação mais desfavorável.



**Figura 1. Uma proposta de solução de projeto.**

## CONCLUSÕES

A necessidade de melhorar as condições de iluminação das salas de aula requer novos procedimentos e novos instrumentos. A possibilidade de simular situações variadas através de softwares desenvolvidos no país torna mais reais as soluções encontradas. Uma forma de aferir os resultados das simulações são as medições em modelo reduzido, sob as condições naturais de luminosidade, isto é, no exterior.

O exemplo apresentado confirma o que afirmamos no início do trabalho. A continuidade da pesquisa que desenvolvemos levará a outras combinações de aberturas, dimensões e posicionamentos das *light-shelves*, e variações nas condições de refletâncias internas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - NB57. *Iluminância de Interiores*, Maio, 1991.

BUILDING RESEARCH BOARD. *The Lighting of Buildings*. London, HMSO, 1944.

CASTRO, Eduardo B. Pereira de & BASTOS, Leopoldo Eurico Gonçalves. *Quick Determination of Daylight and Irradiance in a Room with Lightshelf*. Rio de Janeiro, 1997.

LAM, William M.C. *Sunlighting as Formgiver for Architecture*. New York, Ed. Van Nostrand Reinhold, 1986.

MAGALHÃES, Maria Amalia A.A. *O Projeto de Iluminação Natural: Estudo Comparativo de Métodos de Medição e de Simulação*. São Paulo, Tese de Doutorado. FAU-USP, 1995.

RADLITE - programa desenvolvido por Eduardo Pereira Bastos. Rio de Janeiro, 1996.

