



## DESEMPENHO VISUAL EM SALAS DE AULA: ANÁLISE COMPARATIVA DE COMPONENTES DE ABERTURAS LATERAIS

Silvia R. Morel Correa, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Labcon - Laboratório de Conforto Ambiental

88040 -900 Florianópolis/ SC

e-mail: [smorel@arq.ufsc.br](mailto:smorel@arq.ufsc.br)

*RESUMO* O objetivo deste estudo é comparar o ambiente visual de duas salas de aula com diferentes sistemas de iluminação natural do tipo componentes de passagem lateral<sup>1</sup>. A primeira sala pertence ao Instituto Labastida, Barcelona, com projeto de Josep Lluís Mateo e Eduardo Bru, possui uma janela horizontal com persianas plásticas de cor branca como elemento de controle de iluminação. A segunda sala constitui a proposta de estudo, analisada através de um modelo reduzido e possui abertura lateral com prateleira de luz como elemento de controle da luz natural. A metodologia utilizada consiste em analisar os dados medidos de modo a avaliar tarefas visuais específicas como a leitura e a escrita<sup>2</sup>. Critérios qualitativos como visibilidade, ofuscamento, equilíbrio entre luminâncias são considerados a partir da análise do campo visual das atividades visuais principais.

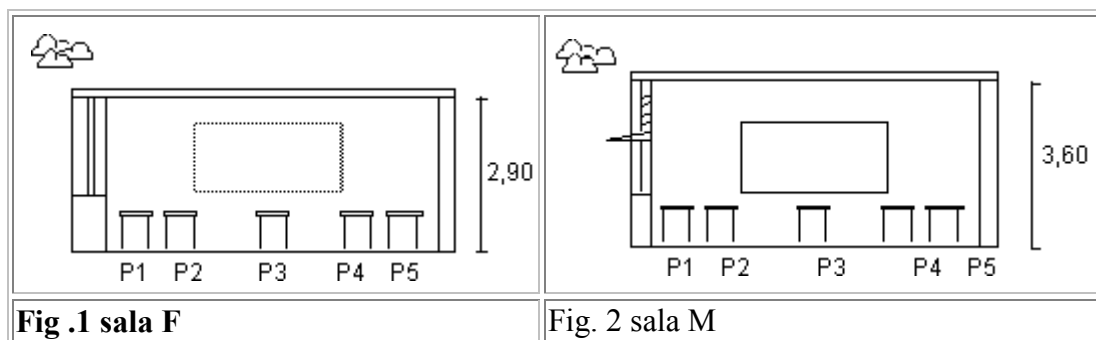
*Abstract* The aim of this paper is to analyze the visual environment of two classrooms with different forms of apertures: side lighting and clerestory. The real classroom is a typical southeast window with plastics control devices. It belongs to the Instituto Labastida, Barcelona, designed by Josep Lluís Mateo and Eduardo Bru. The model studied has a lateral window with a clerestory and a lightshelf included. The methodology used is to compare the data to evaluate how they satisfy the specific and simultaneous visual tasks like reading and writing on different reflective materials such as paper and the blackboard.

### 1 Introdução

O caso real escolhido é a sala com janela orientada a sudeste do Instituto Labastida, denominada sala F (fig. 1). Como sistema de iluminação artificial complementar a sala F

possui um conjunto de seis luminárias com um par de fluorescentes de 60w dispostas duas a duas de forma homogênea no ambiente.

A sala de aula da proposta de estudo, denominada sala M, é orientada a sul, fachada do sol no hemisfério norte (fig. 2). O componente de iluminação da sala M é constituído por janela inferior com elemento de proteção de tela plástica de cor negra, sendo um elemento permeável do tipo filtro. Na parte superior da abertura possui uma prateleira de luz com janela com lâminas de alumínio como elemento de proteção. A altura do teto de 3,60m. permite altura do componente de iluminação de 2,70m. Como sistema de iluminação suplementar possui uma luminária com uma lâmpada fluorescente de 8w com difusor em policarbonato sobre o quadro negro e outra paralela a parede interior. A maquete foi realizada na escala 1:10. A análise é procedida sob condições de céu encoberto.



## 2. Variação do fator de luz diurna

A variação do fator de luz diurna é apresentada nas seções das respectivas salas em tres situações distintas: somente com luz natural; com luz natural e elemento de controle conectado; com luz natural, elemento de controle e luz artificial suplementar (PSALI)<sup>3</sup>.

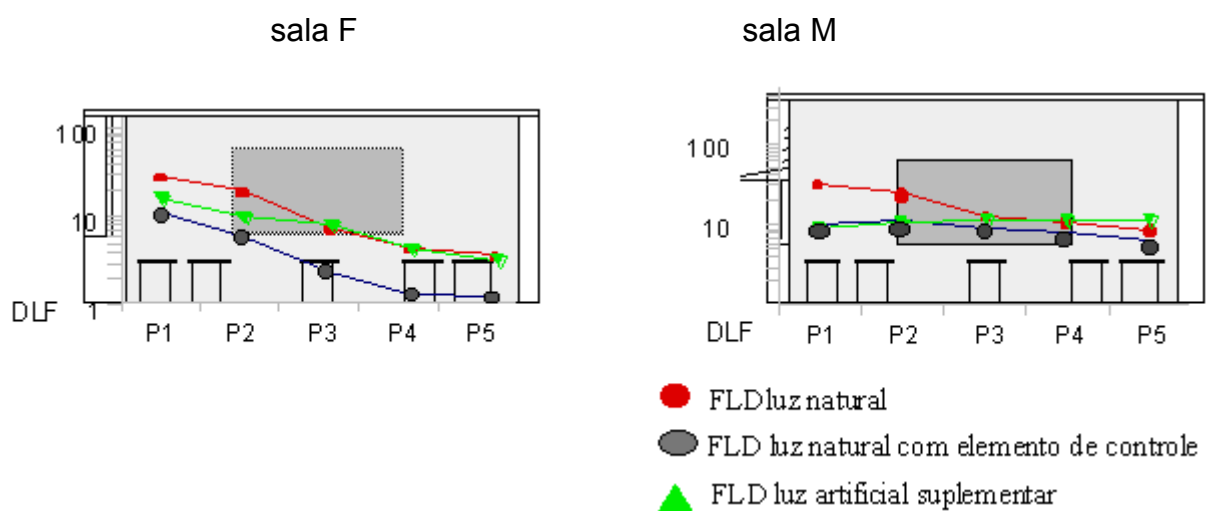


Fig. 3 Fator de luz diurna medidos em cinco pontos das salas F e M.

•A sala F apresenta um aumento do FLD próximo a janela, com uma redução na zona interna. Através do elemento de controle se obém uma redução importante na penetração de luz natural mantendo o mesmo padrão de distribuição.

•Na sala M existe uma incidência mais elevada na zona adjacente a abertura, produzindo aumento no FLD. O elemento de controle diminui consideravelmente a iluminancia na zona próxima a la ventana; na zona interior apresenta uma pequena redução.

• Na sala F a iluminação artificial suplementar mostra um aumento na zona interna da sala. Na região da janela sua influência é reduzida. Na aula M a influência do suplemento artificial se verifica igualmente na zona interna da sala.

sala F							sala M						
FLD			iluminâncias				FLD			iluminâncias			
	natural	control	artificial	natural	controle	artificial		natural	controle	artificial	luz nat.	control 2	artificial
P1	23,1	9,6	13,1	1709	805	1050	P1	34,6	12,4	11,1	5090	1760	1370
P2	15,1	5,1	7,8	1141	423	628	P2	28,4	14,1	12,7	4180	2000	1590
P3	6,2	2,1	6,4	460	168	511	P3	15,5	10,9	13,5	2280	1540	1680
P4	3,3	1,1	3,6	247	94	286	P4	12,9	9,2	13,9	1520	1070	1780
P5	3,1	1,1	2,8	227	83	226	P5	10,3	7,6	14,3			
	iluminâncias ext.			7455	8400	8011		iluminâncias ext.			14710	14160	12470

**Fig. 4 Valores de FLD em % e iluminâncias em luz para sala F e sala M em dias nublados.**

Através da penetração de luz natural, a sala F e a sala M apresentam valores de FLD em faixas aproximadas, não obstante na aula M estes valores são mais homogêneos tanto com a luz natural como com o elemento de controle colocado. Na aula M a atuação dos componentes de controle reduzem os FLD na zona da janela, já na zona interna os valores se mantêm. Na aula F a persiana exerce uma redução uniforme nos cinco pontos, gerando valores de FLD muito baixos na zona interior.

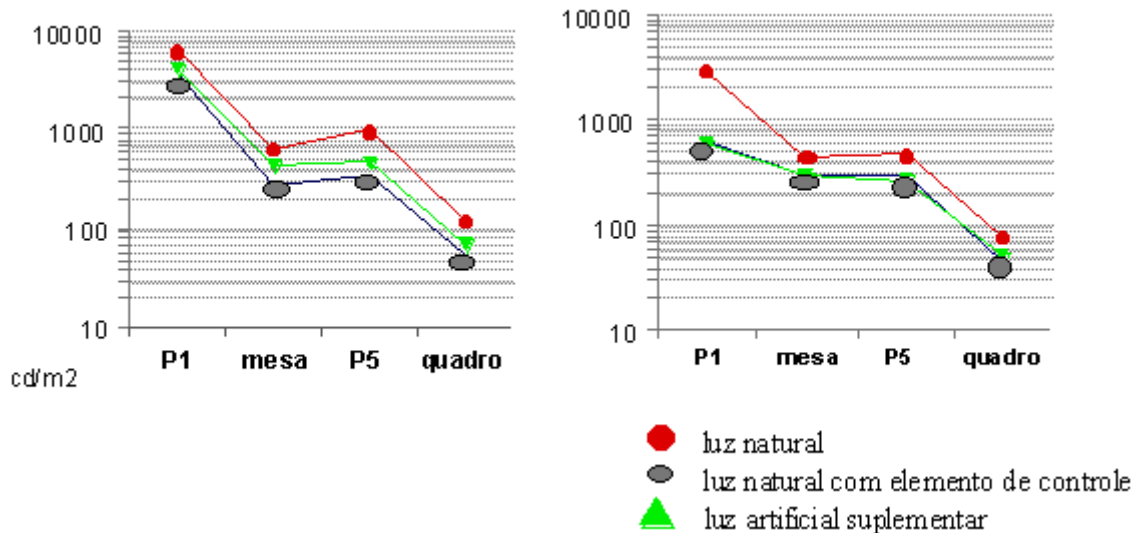
### 3 Distribuição de Luminâncias

Foram escolhidos quatro pontos do campo visual das tarefas para avaliar a distribuição de luminâncias:

- P1: na janela , no plano vertical a 1,30m. de altura.
- P3: ponto sobre a mesa central no plano horizontal a 0,75m.
- P5: ponto na parede interior, no plano vertical a 1,30m de altura.
- P6: ponto sobre o quadro negro, no plano vertical a 1,30m. de altura.

As duas salas apresentam a distribuição de luminâncias heterogêneas em condições de luz natural. A sala F mostra o valor de luminancia mais elevado no plano da janela com luz natural. Através do elemento de controle as superfícies continuam mostrando uma distribuição heterogênea. O suplemento artificial tem o mesmo desempenho que o elemento de controle nos planos verticais com pequeno aumento no ponto P3, localizado sobre a mesa.

Os pontos relativos às superfícies da sala M possuem luminâncias mais uniformes através do elemento de controle, com atuação localizada na região adjacente à janela. É possível observar o melhor desempenho da sala M com luminâncias melhor distribuídas. A iluminação suplementar não apresenta influência nos pontos medidos.



**Fig. 5 Distribuição de luminâncias nas salas F e M**

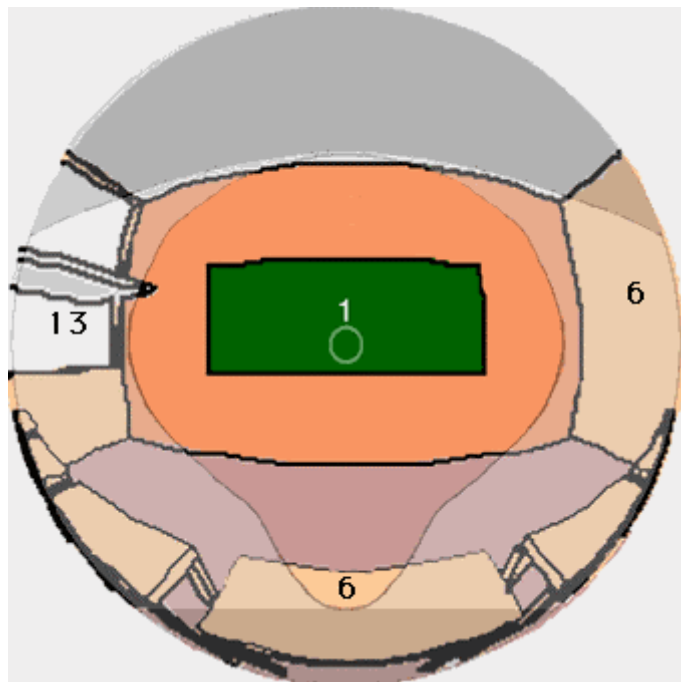
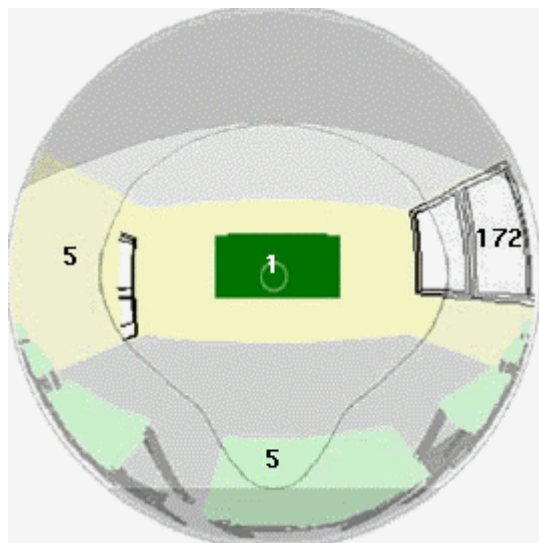
	luminâncias			iluminâncias				luminâncias			iluminâncias		
	natural	control	artificial	natural	control	artificial		natural	control	artificial	natural	control	artificial
<b>P1</b>	1517	1205	1470	4767	3785	4620	<b>P1</b>	2941	617	573	9240	1940	1800
<b>mesa</b>	102	37	114	460	168	511	<b>mesa</b>	435	294	290	2280	1540	1520
<b>P5</b>	82	36	47	367	164	213	<b>P5</b>	464	286	275	2430	1500	1440
<b>quadro</b>	15	7	17	322	136	371	<b>quadro</b>	78	47	51	1630	990	1070

**Fig. 6 Valores de luminâncias em cd/m2 e iluminâncias em lux para sala F e sala M**

#### 4 Contrastes entre Luminâncias

	sala F			contrastes entre luminancias			sala M		
	natural	controle	artificial	natural	controle	artificial	natural	controle	artificial
mesa e janela	1: 15	1: 32	1: 13	1: 7	1: 2	1: 2	1: 7	1: 2	1: 2
quadro e janela	1: 101	1: 172	1: 86	1: 37	1: 13	1: 11	1: 37	1: 13	1: 11
quadro e mesa	1: 7	1: 5	1: 6	1: 6	1: 6	1: 6	1: 6	1: 6	1: 6
quadro e parede	1: 5	1: 5	1: 3	1: 6	1: 6	1: 6	1: 6	1: 6	1: 6

**Fig. 7 Relações entre luminâncias nos pontos das superfícies do campo visual das salas F e M.**

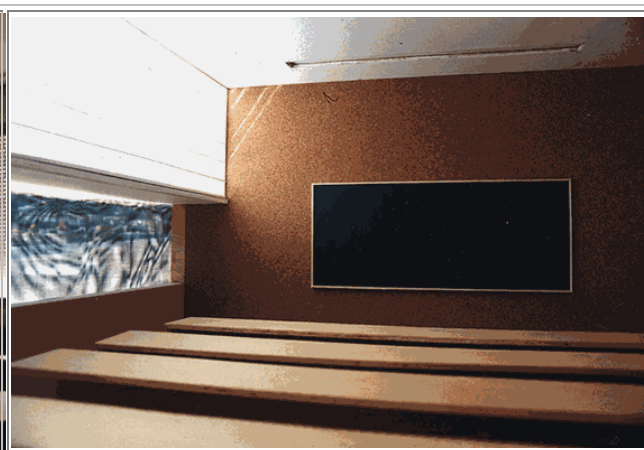


**Fig. 8 Contrastes entre luminâncias dos pontos do campo visual das salas F e M com elemento de controle colocado.**

Sala F: A iluminação natural produz elevados contrastes conforme pode ser observado na figura 6. A superfície com luminâncias mais elevadas é a janela inclusive com a persiana baixa. No diagrama acima pode-se observar o campo visual para as tarefas de leitura e escrita onde a relação entre a janela e o quadro negro que consiste no foco visual da tarefa é crítica gerando problemas como ofuscamento e reflexões no quadro negro, levando à conexão da iluminação artificial (fig. 9).



**Fig. 9 Sala F do Instituto La Bastida**



**Fig. 10 Sala M em modelo reduzido**

Sala M: Apresenta uma confortável proporção entre luminâncias. O plano da janela está em equilíbrio com as demais superfícies do campo visual, pois estas recebem maior quantidade de iluminação do componente de abertura (fig. 10). Na sala M os gráficos mostram que a iluminação artificial não alterou os padrões de distribuição. Para obter resultados mais efetivos novos experimentos deverão ser realizados com utilização de lâmpadas com potência mais elevada.

## 5 Considerações Finais.

Existem dois focos visuais simultâneos das tarefas de leitura no quadro negro e escritura simultânea nas mesas: o quadro com escritura em giz branco no fundo verde escuro e a tinta ou lápis preto no papel branco. É difícil precisar a relação ideal entre estas duas tarefas simultâneas, não obstante tais relações consistem no fator crítico na performance da iluminação de salas de aula. Relações de 1:6 entre o plano da mesa e o quadro podem ser consideradas aceitáveis, dependendo dos contrastes de detalhes destas tarefas. Entretanto a percepção do campo visual total é que determina a adequação destas relações. Observa-se que o quadro constitui a superfície mais escura do ambiente, assim a presença da superfície brilhante da janela no campo visual consiste num elemento de dispersão nas tarefas consideradas<sup>4</sup>. Na sala F, a relação 1:5 não pode ser considerada adequada, pois o ambiente é percebido como escuro devido aos elevados contrastes existentes no entorno, já na sala M estas relações podem ser consideradas adequadas, pois o entorno gera relações de equilíbrio entre as luminâncias dos planos das tarefas. A percepção humana avalia o ambiente através de diferenças entre luminâncias, desta maneira contrastes muito elevados podem levar a uma percepção do ambiente como escuro, embora os níveis de iluminação possam ser considerados adequados segundo as normas<sup>5</sup>.

O componente de abertura lateral tradicional da sala F não mostra um bom desempenho lumínico para as atividades visuais principais de salas de aula. A análise da proposta de estudo mostra que as combinações entre distintos componentes de iluminação que adicionem novas funções podem gerar novos componentes inovativos e novos padrões de desenho otimizando o seu desempenho. A proporção entre altura do componente e profundidade da sala, a incorporação de elementos de controle adequados a distribuição da luz natural constituem alguns dos elementos chaves no desenho de componentes de iluminação compatíveis com as tarefas visuais específicas de salas de aula.

## 6 Referências Bibliográficas

1. Baker, N. et al. (1993): Daylighting in Architecture, James and James, London.
2. Corrêa, Silvia (1997): Visual Task Requirements in two toplighting classrooms, 2nd International Conference for teachers of Architecture, Firenze.
3. Hopkinson, R. G. et al, 1969, The Lighting of Buildings. Praeger, New York.
4. Carter, D.J. et al. (1994): The influence of a luminance distribution on subjective impressions and performance within a non uniformly lit office. Proceedings of Cibse National Lighting Conference.
5. Lam, W. (1986): Sunlighting as formgiver for Architecture. Van Notrand Reinhold, New York.