

## **ILUMINAÇÃO NATURAL E O USO DE BRISES MÓVEIS: ESTUDO DE CASO DE EDIFÍCIO EM CUIABÁ**

**Luciane Cleonice Durante (1); Andrea Paula Ferreira (2); Válery Kessis de Silva Pires (3); Fernanda Ticianel Schrader (4); Márcia Baziqueto Perez (5)**

Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Campus Universitário de Cuiabá, CEP 78.060-900, Fone 65 36158774.

(1) e-mail: lucianedurante@uol.com.br (2) e-mail: andreapaulaferreira@yahoo.com.br (3) e-mail: valery.pires@bol.com.br (4) e-mail: feschrader@hotmail.com (5) e-mail: ma\_baziqueto@hotmail.com

### **RESUMO**

A boa prática da arquitetura energeticamente eficiente reza que edifícios cuiabanos não devem prescindir de elementos de proteção solar em aberturas envidraçadas. O desafio para projetistas é obter iluminação natural sem ofuscamento e sobreaquecimento usando tecnologias de baixo custo, visualmente agradáveis e de baixo impacto ambiental durante seu ciclo de vida. Desde a disseminação dos conceitos da arquitetura moderna, os brises são entendidos como boa alternativa de proteção de insolação. Um dos edifícios mais representativos da aplicação de brises em Cuiabá é sede de um centro educacional construído em 2001 e que tem toda a extensão da fachada principal protegida por um conjunto de lâminas verticais pivotantes que se apresenta como elemento principal de reconhecimento do edifício. O estudo do caso tem por objetivo avaliar a adequação dos brises quanto à proteção solar e iluminação natural do interior do edifício. Foram realizadas medições de nível de iluminação nos ambientes e estudos de geometria solar. Como resultado tem-se a proteção parcial da insolação, deixando desprotegidos períodos críticos. O nível da iluminação natural difusa é insatisfatório. Eficiência maior poderia ser conseguida com medidas simples de instalação de sistemas auxiliares e controles que possibilitassem aos usuários alterar facilmente a inclinação dos brises.

### **ABSTRACT**

The good practice of the energetically efficient architecture affirms that the buildings in Cuiabá shouldn't lack the elements for sun protection in windopane openings. The challenge for designers is to acquire natural lightning without dazzling and overheating, by using low-cost technology, visually pleasant and low environmental impact during its life cycle. Since the dissemination of concepts of modern architecture, the brise-soleil is taken as good alternatives of protection against sunstroke. One of the most representatives of the application of brise-soleil in Cuiabá is an educational institute Headquarters built in 2001, which its whole main facade is protected by a set of vertical revolving blades which are shown as the main element of recognition to the building. The study of this case has the objective to evaluate the adjusting of brise-soleil respecting the sun protection and natural lighting of the inside of the building. Measurements of the level of lighting in the environments and studies of the solar geometry have been performed. As results, we have partial protection against sunstroke, which brings forward critical periods of the day uncovered. This level of spread natural lighting is satisfactory. Higher efficiency could be achieved with simple installment measures of auxiliary systems, and controls. This will make it possible for users to easily alter the inclination of the brise-soleil.

## **1. INTRODUÇÃO**

Segundo VIANA e GONÇALVES (2001) o homem é um ser totalmente dependente da luz, pois cerca de 70% da percepção humana é visual. Ela faz parte de sua vida no dia-a-dia, no modo de habitar. Dentre os cinco sentidos, é da visão que o homem depende mais conscientemente, podendo ser considerado um animal predominantemente visual (TUAN, 1980).

Desta forma, a qualidade e a distribuição da iluminação nos ambientes constituem fator essencial para o bom desenvolvimento das atividades realizadas pelos usuários, podendo ser as condições inadequadas de iluminação deflagradoras de más condições de saúde e de conforto dos mesmos.

Teoricamente, dever-se-ia utilizar a iluminação natural durante o dia e a artificial durante a noite, porém não é o que acontece usualmente nos edifícios urbanos comerciais e de serviços onde, os sistemas de iluminação natural e artificial são utilizados concomitantemente. O não aproveitamento ou aproveitamento incorreto da luz natural nos edifícios exige que se faça uso da iluminação artificial mesmo durante o dia.

Essa forma de uso da iluminação artificial eleva sobremaneira os gastos com a manutenção do edifício dependente de recursos energéticos ativos para sua ocupação. O uso de iluminação natural não gera custos ao longo da vida útil do edifício, permite ao usuário estabelecer vínculos com o meio externo e regular seu biorritmo com a duração do dia e garante níveis de conforto visual inigualáveis por fontes de luz artificiais, já que o olho humano é naturalmente adaptado a ela (CORBELLA e YANNAS, 2003).

A distribuição da luz natural depende da localização e do tamanho das aberturas, das obstruções externas e das características do ambiente interior.

Para o controle da iluminância excessiva responsável pelo ofuscamento pode-se utilizar elementos de controle externos ou internos. Ao barrar a luz esses elementos também bloqueiam o calor incidente pela abertura, conforme sua posição e características dos materiais.

As janelas envidraçadas em regiões de clima quente não devem ser expostas à radiação solar direta, pois a parcela da energia térmica absorvida e irradiada pelo vidro aquece os objetos e materiais no interior do ambiente e o vidro não possibilita a irradiação deste calor para o exterior, fenômeno conhecido como efeito estufa. O uso de persianas ou cortinas pelo lado interno das janelas elimina o excesso de luz visível, mas não impede o aquecimento dos objetos internos, dentre eles as próprias persianas e cortinas, e o aprisionamento do calor pelo efeito estufa dos vidros das janelas.

A janela protegida por brises, quando utilizado criteriosamente, além de contribuir de maneira acentuada na proteção contra os ganhos térmicos advindos da radiação solar, pode permitir a ventilação natural e ser empregado como elemento visual diferenciado, constituindo-se no próprio caráter arquitetônico da edificação.

## **2. OBJETIVO**

Este trabalho tem por objetivo geral avaliar a eficiência dos elementos de proteção solar de edifício com elementos de proteção solar na fachada na cidade de Cuiabá.

Os objetivos específicos deste trabalho são avaliar o conforto lumínico nos ambientes e avaliar a disponibilidade e distribuição de luz nos ambientes.

## **3. PROBLEMÁTICA**

Considerando o clima e a posição geográfica da cidade de Cuiabá, a utilização de elementos de proteção solar é indispensável. Nessa região, faz-se necessária a utilização de modalidades de defesa contra a excessiva radiação solar, evitando-se que a incidência direta atinja as aberturas das edificações, prejudicando o conforto de seus usuários e aumentando o consumo de energia elétrica usada em equipamentos de condicionamento térmico.

Mesmo com essas recomendações, a tipologia dos edifícios comerciais, assim como nas demais cidades brasileiras, segue padrões mundiais da arquitetura moderna: “há uma tendência no uso de

fachadas envidraçadas que, fatalmente, resultam no uso de cortinas, luzes acesas e condicionamento do ar, explicitando a falta de vínculos com as características climáticas regionais” (DURANTE, 2000).

Poucos projetos levam em consideração a importância do controle da insolação na climatização interna dos ambientes, principalmente com a utilização de brises móveis, sendo que os brises são majoritariamente empregados com função estética, ignorando ou desprezando-se sua qualidade primeira que é o controle da radiação solar direta e da iluminação natural em edifícios.

O edifício em estudo é um local destinado à realização de cursos e palestras, com salas condicionadas artificialmente. Destaca-se na paisagem urbana pela utilização de elementos de proteção solar desenvolvidos para barrar a radiação solar direta nas fachadas.

Muito embora o edifício possua as aberturas protegidas por brises móveis, observa-se a incidência de radiação solar direta e baixos níveis de iluminação natural em algumas salas, evidenciando que, em se tratando de projetos arquitetônicos, não basta apenas a adoção de recomendações adequadas ao clima: a arquitetura pede um estudo mais aprofundado do desempenho dos elementos de projeto, com análise de sua eficiência e a verificação do alcance que se espera da solução adotada.

#### **4. JUSTIFICATIVA**

Segundo MAITELLI (1994), a cidade de Cuiabá caracteriza-se por ter clima quente com duas estações: uma quente-seca de abril a setembro e, outra, quente-úmida, de outubro a março. As temperaturas são elevadas, com médias em torno de 32°C, ao longo de todo o ano.

A estação quente-seca, chamada de inverno, é uma estação mais amena, e nela ocorrem temperaturas baixas devido à invasão das chamadas “friagens”, muito comum nessa época do ano, e que não se mantêm por mais de dois dias.

A cidade situa-se em uma depressão, com altimetria em torno de 250 metros. Essa depressão, parte integrante da depressão do Rio Paraguai, compreende uma área rebaixada, localizada à margem esquerda do Rio Cuiabá, limitando-se ao sul com o Pantanal Mato-grossense; a oeste, noroeste e norte com a Província Serrana e a leste com a Chapada dos Guimarães. Esse relevo confere à cidade, incidência de ventos fracos.

Altas temperaturas com estações climáticas bem definidas e com recomendações de projeto antagônicas, intensa radiação solar e ventos fracos. Estas características fazem de Cuiabá um desafio aos projetistas que buscam obter maior adequação dos edifícios ao clima local.

Mediante essas condições climáticas da cidade, justifica-se a realização desta pesquisa pela importância de serem realizados estudos que contribuam para a reconstrução de uma arquitetura vinculada à realidade cuiabana, visando à obtenção de melhor qualidade de vida e uso racional dos recursos energéticos. Além disso, estudos como este podem contribuir para subsidiar novos projetos, uma vez que pesquisas nesta área ainda são incipientes na região.

#### **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

Este estudo foi realizado no edifício sede de uma instituição de educação tecnológica construído em 2001. O edifício estudado foi selecionado porque sua arquitetura é caracterizada pelo elemento de proteção solar, um brise móvel de lâminas verticais pivotantes que acompanham a forma curva da fachada e recobre toda a extensão da fachada principal.

A pesquisa é quantitativa e as variáveis consideradas para avaliação foram obtidas “in loco” através de medições, constituindo-se em um estudo de caso.

As medições foram realizadas nos dias 12 e 13 de março de 2005, nos períodos matutino (9 horas) e vespertino (15 horas). Nos horários de medição as salas encontravam-se desocupadas.

As variáveis definidas para a pesquisa são: o nível de iluminância natural, o nível de iluminância total e a eficiência do brise.

Entende-se por nível de iluminância o fluxo luminoso incidente sobre uma superfície que dá a esta certa iluminação, sua unidade é o lúmen por metro quadrado, chamado de lux e constitui-se em uma importante característica da iluminação, assim como a distribuição de seus diferentes valores pelo

ambiente. Para a visão, o nível ótimo de iluminância não é necessariamente o mais alto nível que possa ser conseguido, é sim aquele que possibilita a melhor visão, com reconhecimento fácil da mensagem visual, sem causar cansaço visual. Vários estudos mostram que existe um limite quantitativo para o nível de iluminância a partir do qual qualquer aumento não traz mais nenhuma melhoria para acuidade visual. Este limite é por volta de 2000 lux, chamado de ponto de saturação (VIANNA e GONÇALVES, 2001).

O nível de iluminância total é o resultado da consideração do funcionamento simultâneo dos sistemas de iluminação natural e artificial.

A eficiência do brise consiste na avaliação da proteção solar por ele oferecida em termos de dias típicos do ano e horas do dia. Segundo FROTA (2004), para cada latitude tem-se a carta solar que indica a projeção cônica do movimento aparente do sol na abóbada celeste sobre um plano horizontal. A marcação dos ângulos de sombra na carta solar, com o auxílio do transferidor solar, permite identificar para cada orientação solar, os horários em que determinado elemento de proteção solar impede que os raios solares atinjam a área que se pretende proteger com eficiência total, parcial ou nula.

## **5.1 Materiais**

Os materiais utilizados na realização do estudo foram luxímetro portátil marca Minipa, carta solar estereográfica e transferidor solar.

## **5.2 Métodos**

A definição dos ambientes pesquisados foi feita a partir dos critérios de localização e função da sala, buscando-se ambientes que tivessem simultaneamente limites de parede junto à fachada equipada com o brise móvel e fossem destinados à mesma função.

Selecionaram-se três ambientes voltados para a fachada noroeste, cuja incidência solar é crítica no período vespertino nos meses de março a setembro, localizados no pavimento superior e destinados a salas de aula. A essas salas chamou-se de sala 1, 2 e 3.

Para cada sala levantaram-se as dimensões do ambiente, das aberturas e do brise e procederam-se as medições do nível de iluminância natural e total, conforme descrição dos métodos que se segue.

A avaliação quanto ao conforto lumínico dentro dos edifícios selecionados foi proposta observando-se as iluminâncias mínimas fixadas pela norma NBR 5413 (ABNT – 1992), que coloca como adequada a iluminância de 500lux para ambiente que exigem requisitos visuais, como sala de aula.

Para as medições do nível de iluminância natural e total tomaram-se seis pontos para cada sala distribuídos dois a dois, nos fundos (próximo à janela), no centro e na frente da sala (posição do palestrante). A análise foi feita em termos de média entre os valores medidos em pontos equidistantes da janela (Figuras 7,8 e 9).

As medições foram feitas sobre as carteiras, à altura de aproximadamente 0,75cm do chão (altura do plano de trabalho), buscando-se situações reais de ocupação das salas.

Para avaliação da distribuição de luz natural e artificial nos ambientes, os valores medidos foram expressos em forma de gráficos representativos de seções longitudinais das salas em termos de iluminação.

A disponibilidade de luz natural nas salas foi avaliada comparando-se o nível da iluminância externa disponível em um plano horizontal e o nível de iluminância medido no plano de trabalho, sendo que os resultados foram expressos em porcentagem. O nível de iluminância externa disponível em um plano horizontal foi tomado de acordo com MASCARÓ (1995) para a latitude de 17° sul.

Os brises das salas foram avaliados através da elaboração da máscara de sombra para cada ambiente estudado (BITTENCOURT, 1988 e FROTA & SCHIFFER, 1995). Através da máscara solar foi possível visualizar graficamente os horários do dia e os períodos do ano em que o brise adotado bloqueia parcial ou totalmente a radiação solar direta incidente nas fachadas do edifício.

## 6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 6.1 Avaliação da eficiência do brise

O brise estudado é do tipo Termobrises, da marca Luxalon, categoria 335 mm. Seu desenho lembra a asa de um avião, característica que o torna um elemento moderno. Cada peça é formada por duas lâminas curvas tendo no seu interior poliuretano expandido, conferindo um maior grau de isolamento térmico. A união das bordas se dá por um perfil de união extrudado e na extremidade inferior e superior são postas tampas de alumínio. As peças possuem duas camadas de proteção: o primer e uma pintura a base de poliéster, que garantem a alta resistência e longevidade do produto.

Os brises que compõem a fachada do edifício estudado foram instalados verticalmente, com sistema móvel de acionamento manual. Sua seção transversal possui uma chapa de ligação flexível para que seja ajustada à estruturação do conjunto, que é toda em perfis metálicos fixados à fachada através de suportes. Estes perfis possuem porta painéis nos quais as régua são fixadas por meio de buchas e arruelas de náilon autolubrificante. Segundo o fabricante, o sistema tem peso total bastante reduzido e pode ser cerca de 60% mais leve que os brises tradicionais de alumínio estruturado (HUNTER DOUGLAS DO BRASIL, 2006).

As figuras 1 e 2 mostram a fachada do edifício e a estrutura de sustentação do brise.



Figura 1: Fachada



Figura 2: Estrutura de sustentação do brise

As figuras 3 a 6 mostram um corte esquemático das esquadrias e as cartas solares das salas.

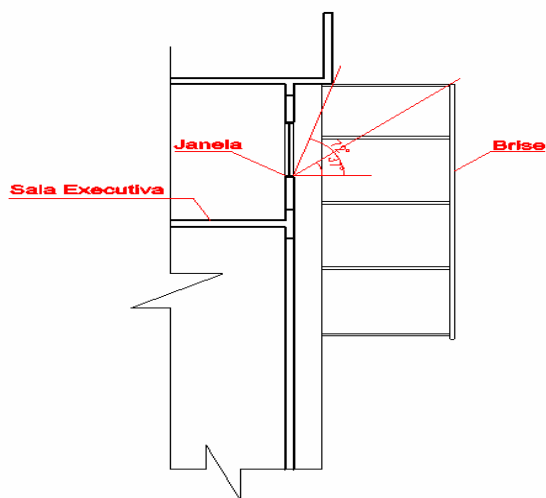


Figura 3: Corte esquemático das esquadrias

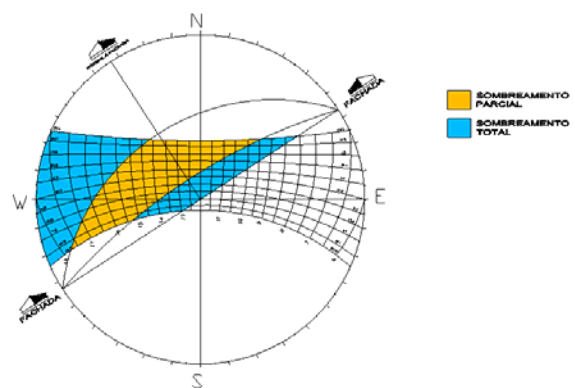
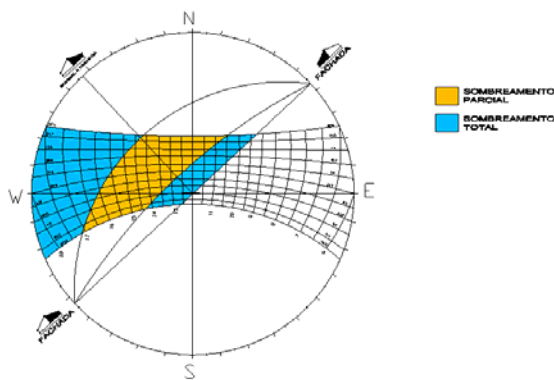
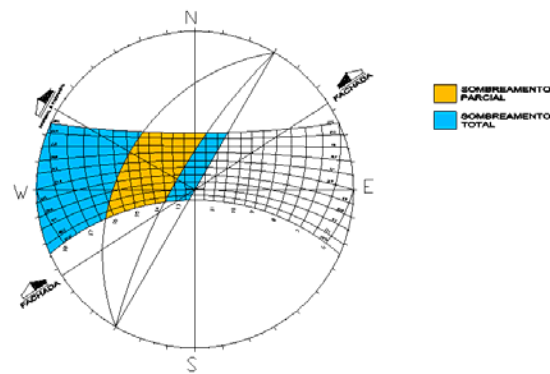


Figura 4: Carta solar da Sala 1



**Figura 5: Carta solar da Sala 2**



**Figura 6: Carta solar da Sala 3**

As cartas solares mostram que a eficiência dos brises com relação ao impedimento da incidência de radiação solar direta é parcial. Há incidência de radiação solar nas janelas ao longo de todo o ano, desde o final da manhã e em algumas horas do período vespertino, ou seja, no período em que ocorrem os picos superiores de temperatura diária e a exposição à radiação solar direta se torna intolerável.

Como o brise vertical tem suas réguas móveis estacionadas em posição quase paralela à fachada e há um volume do edifício a oeste das salas, não há incidência de sol através das réguas do brise. No entanto, há incidência de sol pela parte superior em função do afastamento do brise em relação às janelas e ausência de proteção horizontal, sendo os ângulos de sombra os verticais frontais de  $72^\circ$  e  $37^\circ$  (Figura 3).

Esse resultado mostra que a melhor proteção seria obtida com o uso de brise misto, que impedisse a incidência pela parte superior ou o uso de elemento que criasse um ângulo de sombra horizontal, ou mesmo com a aproximação do conjunto do brise das janelas.

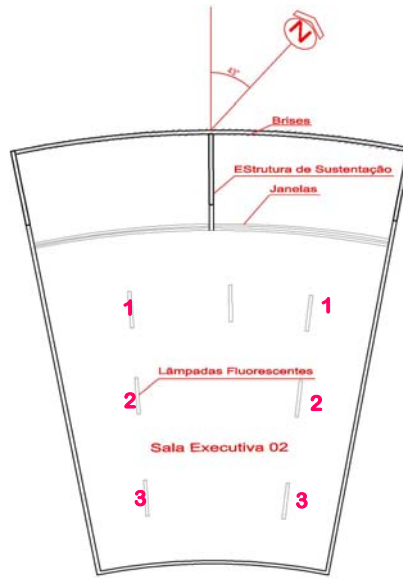
Para amenizar os efeitos da incidência de sol nas salas instalaram-se películas escuras transparentes nos vidros e persianas internas, o que se constitui em contra-senso, tendo em vista a significativa diminuição da porcentagem da luz natural difusa que atinge as salas e da existência de elemento de proteção solar de grande magnitude e custo.

## 6.2 Avaliação do conforto lumínico

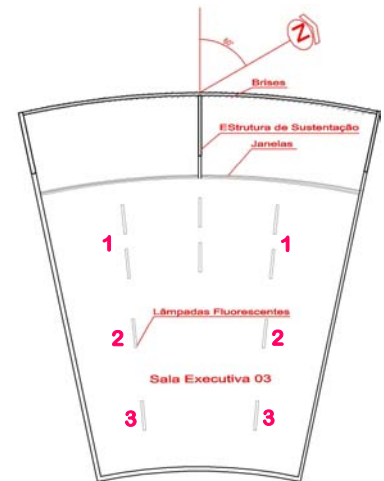
As Figuras 7, 8 e 9 mostram croquis das salas, a orientação em relação ao norte verdadeiro, a posição dos pontos de medição e a dos pontos de luz artificial existentes, constituídos de lâmpadas fluorescentes tipo calha com duas lâmpadas de 40W cada e as figuras 10, 11 e 12 mostram os resultados das medições nas salas.



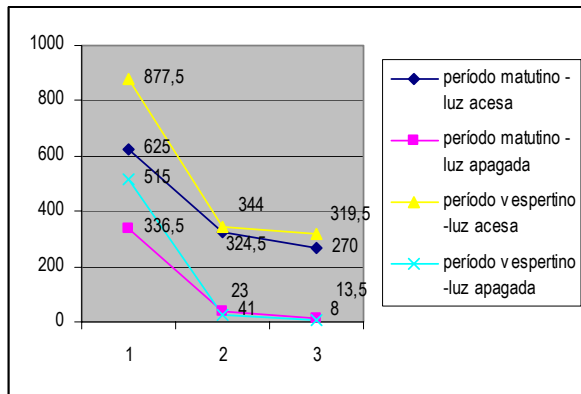
**Figura 7: sala 1 – planta com localização dos pontos de medição**



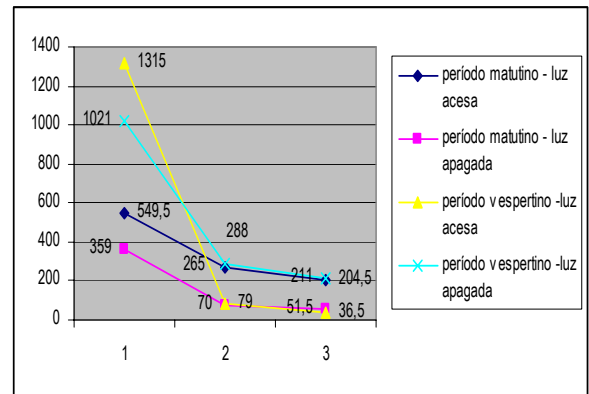
**Figura 8: Sala 2 – planta com localização dos pontos de medição**



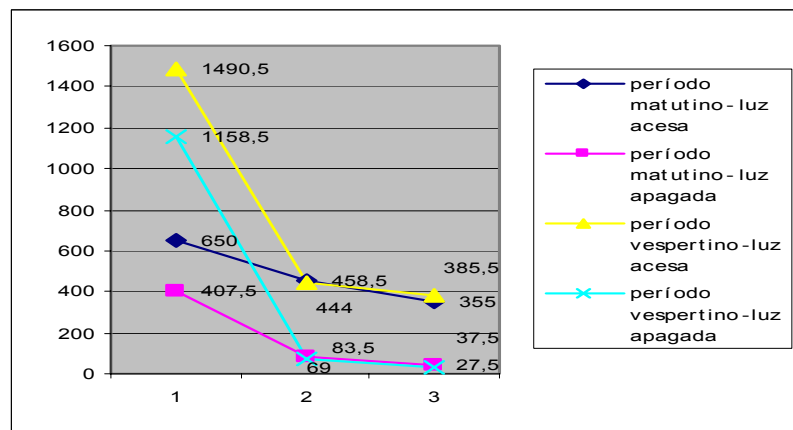
**Figura 9: Sala 3 – planta com localização dos pontos de medição**



**Figura 10 – iluminâncias medidas na sala 1 (lux)**



**Figura 11 – iluminâncias medidas na sala 2 (lux)**



**Figura 12 – iluminâncias medidas na sala 3 (lux)**

A análise mostra que as três salas apresentam comportamento similar quanto aos níveis de iluminância natural e total.

Observa-se que a iluminância total atende ao limite de 500lux para as três salas para os dois períodos estudados somente na região próxima à janela. Nas demais regiões, a iluminância total encontra-se abaixo do limite de 500lux. Quanto à distribuição, nota-se que ocorre queda significativa da iluminância total à medida que aumenta a distância da janela. Deste fato conclui-se que no projeto da

iluminação artificial não foi considerada a contribuição da iluminação natural, o que significa perda em termos de eficiência energética e conforto, pois os níveis de iluminância que estão em torno de 1000lux poderiam ser reduzidos a 500lux na região das janelas e feita uma compensação para as demais regiões que se encontram com iluminação deficiente. Desta forma, a importância do projeto integrado de iluminação fica evidenciada.

A iluminação natural atende ao limite de 500lux somente na região próxima à janela, no período vespertino. Já na parte central e na posição do palestrante a iluminância natural fica muito aquém do limite normatizado e sua distribuição, assim como ocorre na iluminação total, apresenta queda acentuada à medida que a distância da janela aumenta.

Comparando-se a disponibilidade de iluminância natural exterior com a do interior das salas observa-se que o nível de iluminação natural interna atinge o máximo de 3% do externo nos pontos próximo às janelas, pontos 1 (Figura 7,8 e 9) nos períodos e horários que em há incidência direta de sol, ou seja, no período vespertino durante todo o ano. Para os pontos mais afastados das janelas, pontos 2 e 3 (Figuras 7, 8 e 9), essa relação cai muito, chegando a cerca de 1% na região central e 0,02% no ponto mais afastado da janela.

Evidencia-se assim, como resultado, o pouco aproveitamento da iluminância externa. Justifica-se este fato pela própria concepção do projeto de arquitetura, que trabalha com a questão da insolação de maneira contraditória ao propor o brise como elemento principal da obra não faz uso de princípios de projeto para tirar proveito da iluminação natural. Este uso prioritário da iluminação natural precisaria ser premissa de projeto e seria decisivo na definição da forma dos ambientes, na da largura e no posicionamento das janelas. No caso em questão, dispôs-se a sala com a menor dimensão paralela ao brise, limitando o tamanho da janela e ficando o sentido da maior dimensão perpendicular a esta sem adotar tecnologias passivas de distribuição de luz natural.

## **7. CONCLUSÃO**

O partido arquitetônico adotado trata o controle da radiação solar direta parcialmente, pois propõe como elemento principal da fachada o brise, mas o explora de forma limitada, somente como elemento visual, desvinculando do equipamento sua principal função, a de controle solar. Embora o brise móvel de custo elevado usado seja um elemento de identidade do edifício, conceitualmente integrado e alinhado à linguagem de arquitetura usada, sua eficiência é parcial permitindo a incidência de sol diretamente nas janelas no final da manhã e quase toda a tarde, em todo o ano. Este período de incidência certamente acarreta grandes ganhos de calor para os ambientes, pois o encontra já aquecido pelo calor da manhã.

Sobre a distribuição e disponibilidade de luz natural, o seu não aproveitamento é consequência da eficiência parcial dos brises, pois foi necessária a colocação de películas para minimizar os efeitos da radiação solar direta incidente e do ofuscamento. Observa-se que a iluminação natural disponível não é suficiente e para se obter iluminação adequada ao bom desenvolvimento das atividades cotidianas no edifício, obrigatoriamente deve-se utilizar a iluminação artificial nas salas.

Para minorar os efeitos do calor típico do clima regional o projeto deveria ter implantação em que direcionasse as aberturas para orientações mais favoráveis e contemplar um brise de eficiência total.

Algumas premissas poderiam ter sido consideradas para a utilização da luz natural, tais como dispor a maior dimensão das salas paralelamente às esquadrias, a adoção de um sistema integrado entre a iluminação natural e artificial ou o emprego de tecnologias passivas de controle de luz natural como os dutos de luz abertos ou fechados, prateleiras solares e refletores.

Alguns cuidados e a prática da avaliação de desempenho poderiam contribuir para melhorias do projeto, o que além de justificar o gasto com a implantação dos brises, ofereceriam a possibilidade de maior conforto aos usuários além de melhorias em termos de eficiência energética.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT (1992) “NBR5413 - Iluminância de Interiores”. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.



- BITTENCOURT, L. (1990) “Uso das Cartas Solares – diretrizes para arquitetos”. Edufal. Maceió.
- CORBELLA, O. e YANNAS, S. (2003) “Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental”. Revan. Rio de Janeiro.
- DURANTE, L. C. (2000) “Conforto Ambiental de Escolas Estaduais de Cuiabá”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Cuiabá. Brasil.
- FROTA, A. B. (2004) “Geometria da Insolação”. Geros. Rio de Janeiro.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. (1995) “Manual de Conforto Térmico”. Nobel. São Paulo.
- MAITELLI, G. T. (1994) “Uma Abordagem Tridimensional do Clima Urbano em Área Tropical Continental: O Exemplo de Cuiabá”. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo - USP. São Paulo.
- MASCARÓ, L. R. de. (1995) “Energia na edificação – estratégia para minimizar o consumo”. Editora Projeto. São Paulo.
- TUAN, Y. (1980) “Topofilia”. Difel. São Paulo. 1980.
- VIANNA, N. S. e GONÇALVES, J. C. S. (2001) “Iluminação e Arquitetura”. Virtus. São Paulo.