

## **DESEMPENHO GEOMÉTRICO DE UM *BRISE SOLEIL*: UM ESTUDO SOBRE SEU IMPACTO NA ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO NATURAL EM UMA SALA DE AULA<sup>1</sup>**

**BACICHETI, Rosana (1); CARDOSO, Lucas (2); SARDEIRO, Paula (3)**

(1) UEM, e-mail: robacicheti@gmail.com; (2) UEM, e-mail: ra88570@uem.br; (3) UEM, e-mail: pssvanderlei@uem.br

### **RESUMO**

A quantidade adequada de ventilação e iluminação natural dentro dos ambientes contribui intensamente para o conforto térmico e lumínico dos usuários nas edificações. Em salas de aula, estes fenômenos devem ser incentivados para melhorar o conforto ambiental e consequentemente, o desempenho dos estudantes, acarretando seu bem-estar. Este trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho de um brise soleil - com base em sua geometria - em relação à iluminação e ventilação naturais – em uma sala de aula. Para isso, foram realizadas simulações efetuadas nos softwares Luz do Sol e FLUXOVENTO. As simulações demonstraram que a adição de brises diminuíram de maneira significativa a penetração dos raios solares internamente na maioria dos dias analisados, e que a inserção deste elemento de proteção em conjunto com a utilização das portas, já existentes no estudo de caso, como saída de ventilação direciona o fluxo de vento para o nível do usuário de forma mais significativa.

**Palavras-chave:** Conforto térmico e lumínico. *Brisessoleil*. Ventilação.

### **ABSTRACT**

The proper amount of ventilation and natural lighting within the environment contributes heavily to the thermal comfort and luminal users in buildings. In classrooms, these phenomena should be encouraged to improve the environmental comfort and consequently, the performance of students, leading to their welfare. This study aims to evaluate the performance of a brise soleil - based on their geometry - for natural lighting and ventilation - in one room aula. Para this, simulations were carried out made in the software Sunshine and FLUXOVENTO. The simulations showed that the addition of louvers decreased significantly the penetration of internally rays on most days analyzed, and that the insertion of the protective element in conjunction with the use of ports existing in the case study, as output ventilation directs the wind flow to the user level more significantly.

**Keywords:** Thermal and lighting comfort. *Brisessoleil*. Cross ventilation.

---

<sup>1</sup> BACICHETI, Rosana; CARDOSO, Lucas; SARDEIRO, Paula. Desempenho geométrico de um brise soleil: um estudo sobre seu impacto na iluminação e na ventilação naturais em uma sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

## 1 INTRODUÇÃO

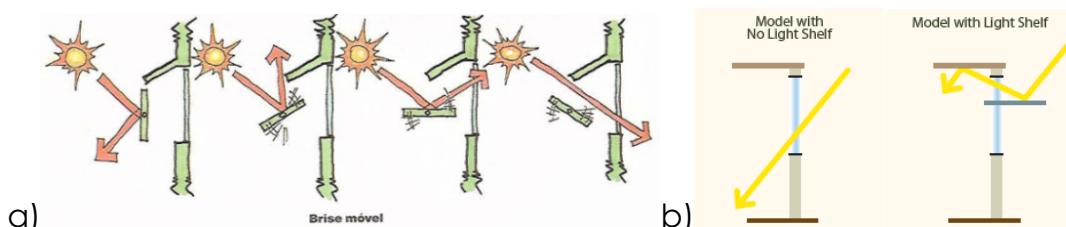
O conforto térmico e lumínico são amplamente influenciados pela ventilação e iluminação dentro dos ambientes. A iluminação natural transmite a sensação de bem-estar para as pessoas, pois acarreta o domínio de tempo e espaço dentro das construções, o que por sua vez está relacionado ao ciclo circadiano (BERTOLOTTI, 2007), que orienta a organização fisiológica do ser humano ao longo do dia.

Para lida (2005), o nível de iluminamento atua no mecanismo fisiológico da visão, além de influenciar a musculatura que lidera o movimento dos olhos. Em ambientes escolares, a falta de planejamento da iluminação interna pode prejudicar a saúde física e psicológica dos usuários, além do desempenho escolar dos alunos (DORIGO; KRÜGER, 2007). Vianna e Gonçalves (2001) recomendam que, em salas de aula, o nível mínimo de iluminância (lux) alcance o plano de trabalho e a iluminação seja uniforme, evitando-se contrastes excessivos com áreas muito ou pouco iluminadas em diferentes pontos.

A iluminação natural penetra nos ambientes através das aberturas e, apesar de em regiões de climas quentes a disponibilidade de luz natural ser suficiente durante a maior parte do dia, dispensando o uso da iluminação artificial, seu controle direto ou difuso deve ser considerado, já que ela também gera calor e ganhos térmicos à edificação (DIAS; GOMES; CABÚS, 2009). Por isso, é importante que a luz alcance as superfícies internas de forma tenua e esse controle pode ser feito por elementos arquitetônicos que, se projetados de acordo com a função do ambiente, o período de ocupação e a orientação solar adequada, podem proporcionar uniformidade na distribuição da iluminação interna, evitar ofuscamentos e trazer a consequente satisfação no conforto visual.

Os brises soleils (Figura 1a) atuam nesse sentido e, segundo Weber (2005), ao serem projetados devem ser verificadas as Cartas Solares da cidade a serem implantados, analisando o período (dias e horas) que a proteção solar é necessária. Pode-se dizer, em geral, que em fachadas Norte-Sul os elementos horizontais são mais adequados, enquanto que em fachadas voltadas para Leste-Oeste os elementos verticais devem ser empregados. Dessa forma os brises podem contribuir barrando a radiação solar direta durante a estação quente e permitindo-a na estação fria.

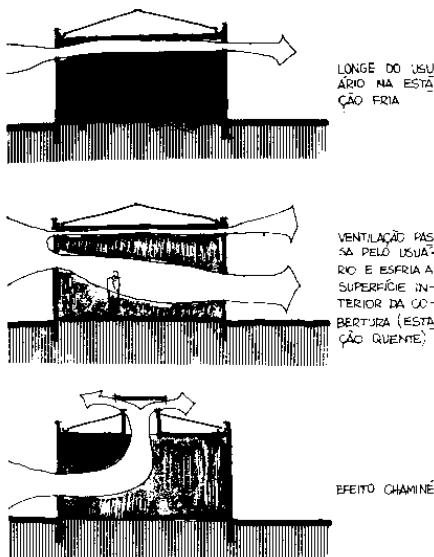
Figura 1 – a) Brise móvel; b) Prateleiras de luz



Fonte: a) Lamberts; Dutra, Pereira (1997, p.160); b) Buildings (2012) apud The Lighting Practice

A ventilação natural dentro dos ambientes tem a função de renovar o ar, dissipando os vapores, a fumaça, a poeira, os poluentes, entre outros, contribuindo para a higiene. Em salas de aula, o desconforto térmico pode ser provocado pela ventilação inadequada, pela alta umidade combinada com altas temperaturas ou pela radiação térmica das superfícies muito aquecida. A combinação desses fatores poderá gerar a sonolência, a alteração nos batimentos cardíacos e o desinteresse pelo trabalho (KOWALTOWSKI, 2011).

Figura 2 – Esquemas de ventilação



Fonte: Mascaró (1991, p. 69)

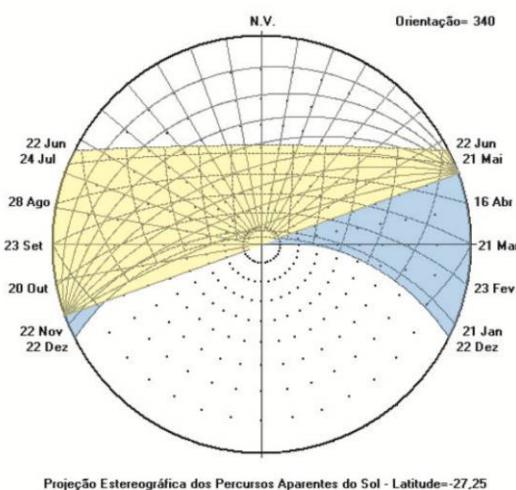
De acordo com Frota e Schiffer (2001), a ventilação acontece pela diferença de pressão do ar entre os ambientes internos e externos, pela localização das aberturas, pelas obstruções internas e externas, pela forma da edificação e sua posição, pela velocidade do vento e pelo seu ângulo de incidência. A Figura 2 demonstra os tipos de mecanismos pelos quais a ventilação pode ocorrer.

A iluminação e a ventilação naturais, assim, são elementos fundamentais na concepção de projetos arquitetônicos de salas de aula. Na Universidade Estadual de Maringá (UEM), alguns problemas relacionados a essas questões são encontrados e são objeto de reclamação de usuários. Landgraf (2002) relata que apelos para o melhoramento do conforto interno, principalmente relacionadas à instalação de equipamentos de ar condicionado, eram conduzidos à Prefeitura do Campus até 2002 pelos usuários dos blocos da universidade.

Os projetos arquitetônicos dos blocos de ensino da UEM são executados no formato de edificações padrão pré-moldadas e possuem um corredor central que separa as salas de aula longitudinalmente em sentidos opostos. Desta forma, um dos lados dos blocos poderá ter as salas de aula voltadas para orientações cardinais nem sempre favoráveis quando se analisa a

incidência solar em períodos mais quentes do dia. O bloco D67 ilustra esta situação, já que algumas salas de aula possuem suas janelas voltadas para Sudeste e outras para Noroeste. Neste último caso, pode ser notada na Carta Solar formulada para Maringá (Figura 3) a incidência solar recorrente durante as tardes nestes ambientes.

Figura 3 – Carta Solar para sala 102 do bloco D67 da UEM



Fonte: Autores baseados no software Luz do Sol

Nesse sentido, faz-se necessária a reflexão sobre a opção de construção de blocos-padrão por entidades públicas com perspectivas voltadas muitas vezes somente à economia no orçamento. O estudo em questão é fruto desse questionamento sobre a concepção do projeto arquitetônico que reduz questões tão importantes como a saúde dos usuários e o condicionamento passivo nas construções. Projetos arquitetônicos mais adequados ao clima poderiam prevenir uma situação onde houvesse a necessidade de gastos desnecessários com energia elétrica (iluminação, ventilador e ar condicionado).

Desta forma, o ofuscamento da iluminação na sala 102 do bloco D67(340°NO) poderá ocorrer durante as tardes, devido à sua orientação cardeale consequentemente este fator acarretará a alta incidência de iluminação, podendo gerar o desconforto nos usuários pelas altas temperaturas.

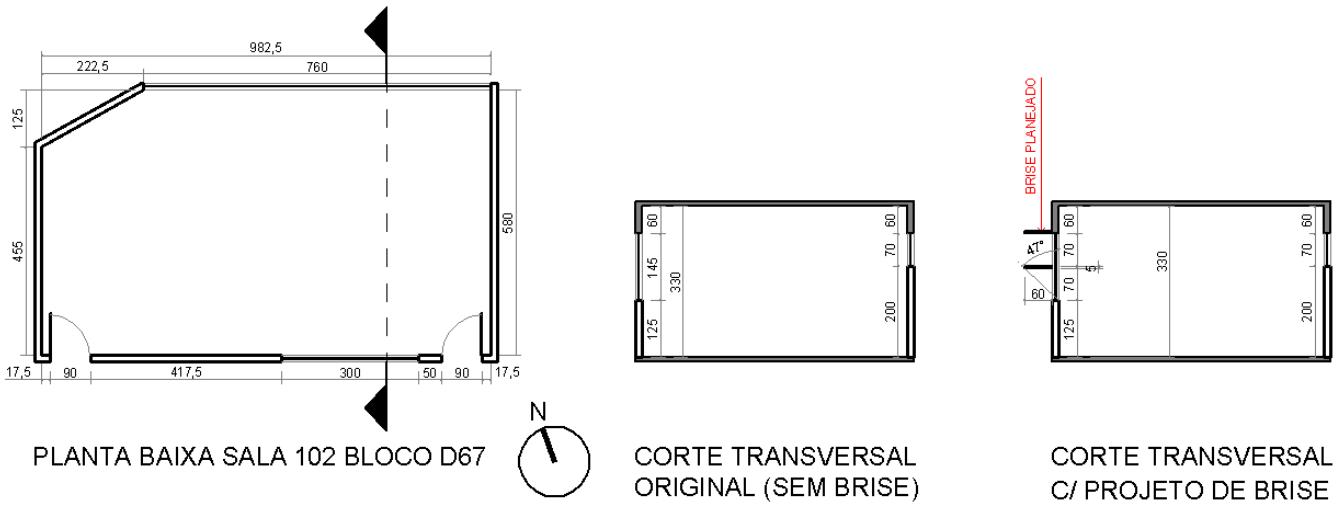
A sala de aula em análise apresenta um entorno bastante desobstruído, uma vez que não possui árvores ou blocos que possam interferir em sombras no ambiente (Figura 4). Ela está situada no 1º pavimento do bloco, em sua extremidade. A planta baixa e o corte estão ilustrados na Figura 5. A sala apresenta duas janelas opostas, uma externa e outra interna alta (com peitoril de 2,00 m e 0,70 m de altura), além de duas portas para o corredor.

Figura 4 – Caracterização da sala avaliada



Fonte: Autores

Figura 5 - Planta baixa e corte da sala avaliada e projeção do brise a ser simulado



Fonte: Autores

Tendo em vista que o projeto arquitetônico da sala de aula em questão representa uma das situações menos favorável referente ao conforto térmico e lumínico, devido à orientação cardeal, de uma sala de aula padrão dos blocos de ensino recentes da UEM, o objetivo da pesquisa é avaliar o desempenho de um *brise-soleil* - com base em sua geometria - em relação à iluminação e ventilação naturais da sala 102 do bloco D67. Este trabalho pretende contribuir com estudos de características arquitetônicas que possam amenizar os problemas de conforto térmico e lumínico, utilizando ferramentas simples de projeto.

## 2 METODOLOGIA

Nesta análise foram utilizados dois softwares simples de simulação. O primeiro foi elaborado por Roriz (1995) - Luz do Sol 1.1 - e simula a mancha solar no ambiente em dias e horas de interesse do usuário, após a inserção da latitude (para Maringá 23°25' Sul) e de algumas características arquitetônicas relacionadas, principalmente, ao envelope construtivo. O segundo, Fluxovento (CARVALHO; MARTHA; TEIXEIRA, 2005), demonstra o percurso da circulação dos ventos dentro do ambiente, de acordo com o direcionamento do vento que o usuário requerer (para Maringá sentido Nordeste). A metodologia foi dividida em dois momentos, o primeiro diz respeito à iluminação natural e o segundo à ventilação natural.

## 2.1 Iluminação

Primeiramente, foi simulado no software Luz do Sol 1.1 (RORIZ, 1995) a manchasolar para luz solar direta interna que a sala de aula analisada recebe durante todos os horários dos dias 21 de março, 21 de junho, 22 de setembro e 21 de dezembro, levando em consideração os solstícios e equinócios e não alterando suas características arquitetônicas originais. Posteriormente foi estruturada a forma de um *brise* horizontal que poderia proteger o ambiente. Neste sentido, verificou-se que uma inclinação de  $\alpha=47^\circ$ , com uma extensão de beiral horizontal de 60 cm, protegeria a sala nos períodos mais quentes da tarde (antes das 16h), no verão. A janela original, então, foi dividida verticalmente em duas partes, sendo que uma proteção horizontal ficou localizada entre elas e uma outra foi posicionada acima da janela superior. Foi simulado novamente o comportamento da iluminação internamente, agora com o emprego do *brise*, com o intuito de comparar-se a situação prévia com a final. Para esta etapa foi necessário fazer uma simulação para cada janela resultante após sua separação vertical pelo *brise*. As simulações mostram os gráficos de incidência solar direta com as manchas solares do dia sobrepostas nas imagens resultantes.

## 2.2 Ventilação

No software FLUXOVENTO (CARVALHO; MARTHA; TEIXEIRA, 2005) foi verificado o desempenho do *brise* em relação à ventilação natural por meio da observação do percurso do vento em uma planta de corte, simulando a sala de aula em seu formato original, primeiramente, e com o *brise*, posteriormente.

# 3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

## 3.1 Iluminação

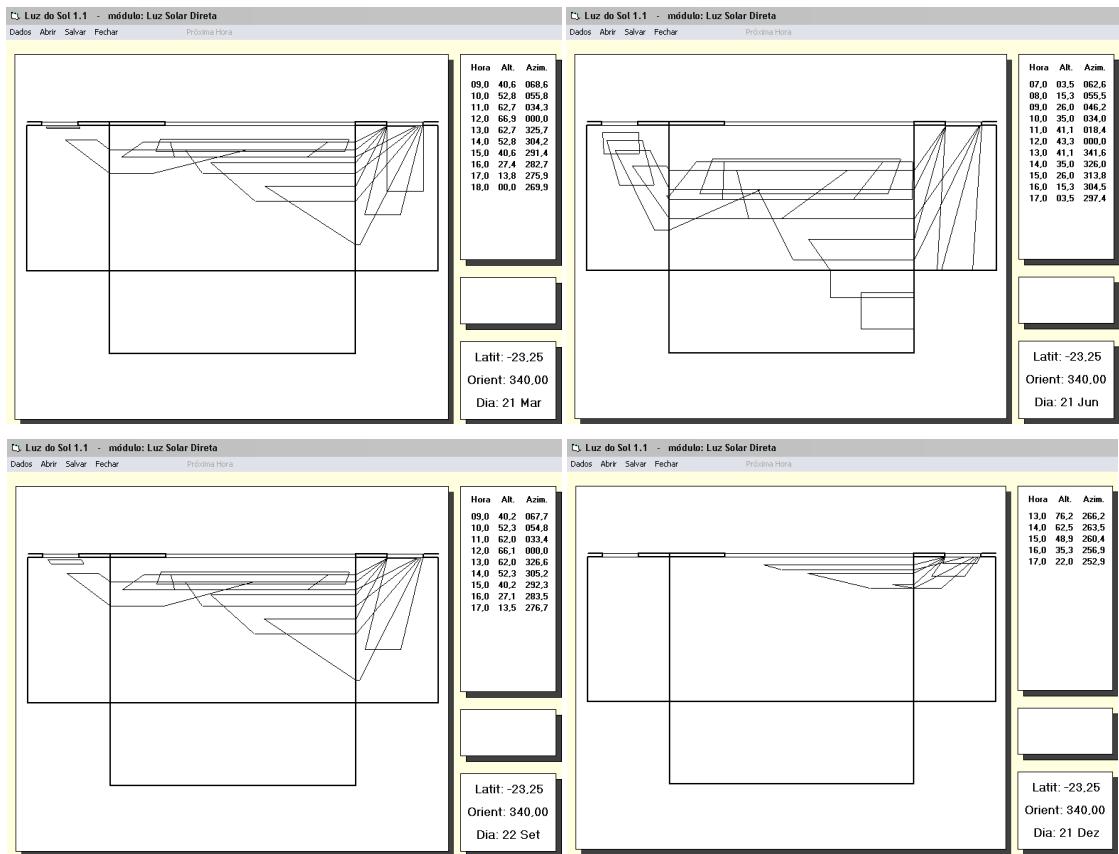
Para a análise do efeito do *brise* no ambiente em relação à iluminação solar direta é necessário comparar as Figuras 6 e 7, sendo que nesta última, como foi mencionado, as duas janelas divididas pelo *brise* (inferior e superior) foram separadas em duas simulações (direita e esquerda, simultaneamente) que deverão ser analisadas de forma sobreposta.

A Figura 6 demonstra que no mês representativo de junho o ambiente é muito atingido pela incidência solar, tendo sua área banhada por ele em mais de 50%. Os dias 21 de março e 21 de setembro são semelhantes em relação à incidência da radiação solar na sala de aula e pode-se verificar que ela ocorre na área mais próxima da janela. Em dezembro a radiação solar incide somente bem próximo à abertura, mas em menores proporções.

Pode-se verificar, na Figura 7, que o *brise* projetado atenua significativamente a quantidade de radiação solar incidente internamente no ambiente em março e setembro, principalmente na porção do lado esquerdo da sala de aula. Em dezembro ela torna-se praticamente

inexistente. As manchas solares ainda existentes ocorrem principalmente nos horários das 9h (março e setembro) e 15h, 16h e 17h (dezembro, março e setembro). Propõe-se, assim, para um próximo estudo, a inserção de um elemento vertical de proteção solar no brise para que a porção direita da sala de aula possa ser protegida de forma mais abrangente nestes meses.

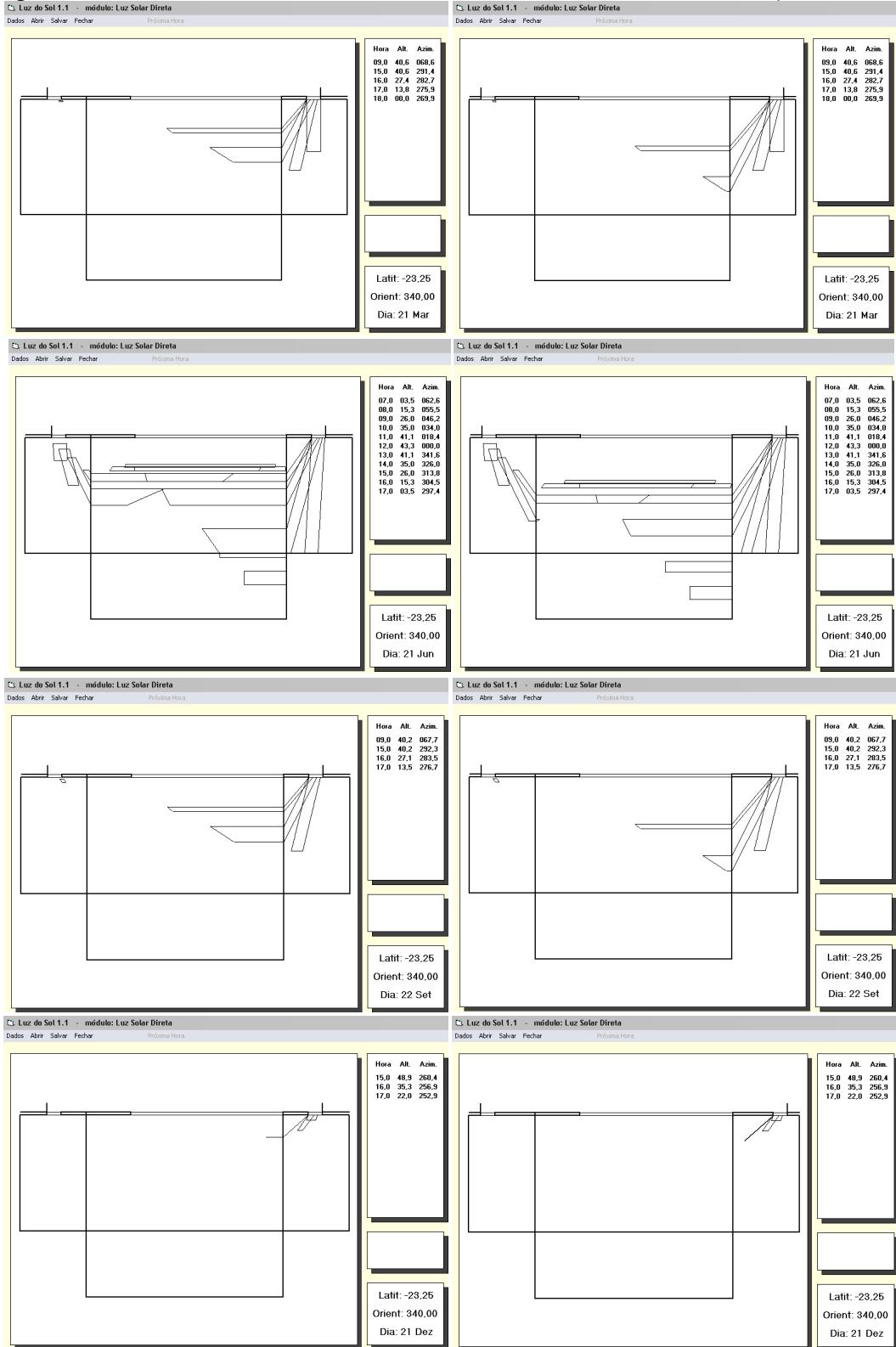
Figura 6 - Incidência solar da sala original com horários sobrepostos/dia



Fonte: Autores baseados no software Luz do Sol

Em contrapartida, no dia 21 de junho a inserção do elemento arquitetônico ainda não gerou a possibilidade de proteger o ambiente de forma satisfatória, pois as manchas solares permaneceram durante todo o dia. Apesar deste mês representar uma estação fria no local em estudo e, portanto, a radiação solar contribuir para aumentar a temperatura interna, é importante que se estudem ajustes no modelo proposto para que ela ocorra de forma mais difusa, evitando o ofuscamento pela radiação direta.

Figura 7 – Incidência solar da sala com brises com horários sobrepostos/dia



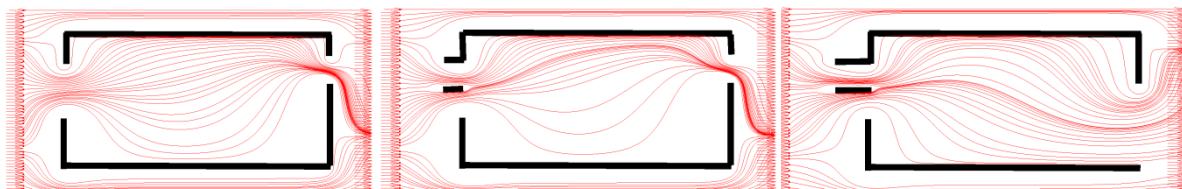
Fonte: Autores baseados no software Luz do Sol (RORIZ, 1995)

### 3.2 Ventilação

No desenho do corte da Figura 8, pode-se observar o espaço primeiramente em sua forma original, e, posteriormente, com o brise (simulando a

ventilação primeiramente com a janela alta interna e em seguida com uma das portas). Percebe-se que a inserção do elemento e a utilização da janela alta interna aberta posiciona a circulação de ar próxima ao teto da sala, o que contribui com a dissipação do ar quente, mas ocasiona uma escassez de ventilação na altura do usuário. Quando se utilizam as portas das salas abertas, o contrário já ocorre: o fluxo de ventilação acaba sendo direcionado para a porção mais próxima à altura do usuário, podendo contribuir para seu conforto térmico.

Figura 8 – Análise da ventilação natural com e sem o brise



Fonte: Autores baseados no software FLUXOVENTO

#### 4 CONCLUSÃO

O *brise soleil* constitui-se como um elemento bastante importante para a proteção da radiação solar incidente em fachadas, ocasionando a penetração da iluminação natural de forma mais suave e homogênea dentro dos ambientes. Consequentemente, pode melhorar, também, o conforto térmico do usuário.

Este estudo demonstrou o desempenho de um brise horizontal em uma sala de aula da Universidade Estadual de Maringá em relação à incidência de radiação solar direta e à ventilação natural. Utilizou, para isso, softwares que revelaram que, em relação ao aspecto lumínico, o brise atenuou a mancha solar derivada do projeto original nos dias dos meses de março, setembro e dezembro analisados, sendo que em junho os resultados se mantiveram próximos (com brise e sem o brise).

Já em relação à ventilação natural, foi exposto que o elemento protetor poderá trazer benefícios, no sentido de direcionar o fluxo de vento para o nível do usuário, caso sejam utilizadas as portas – e não somente as janelas internas altas – como saída de ar, para o cruzamento de ventilação.

Sugere-se, assim, que novos ajustes sejam feitos no elemento protetor proposto, de forma que se obtenham resultados mais apropriados para a atenuação de iluminação direta no inverno, além de que novos formatos compatíveis possam melhorar a distribuição dos ventos aos níveis do usuário. Estudos sobre o tema são necessários para que os projetos arquitetônicos das salas de aula que vêm sendo reproduzidas na UEM englobem alternativas de condicionamento passivo, gerando mais conforto aos usuários, além de menores desperdícios de energia.

## REFERÊNCIAS

- BERTOLOTTI, D. **Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, São Paulo, 2007.
- CARVALHO, C. V. de A.; MARTHA, L. F.; TEIXEIRA, W. Fluxovento: um simulador gráfico interativo para o estudo de ventilação em ambientes construídos. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2005, Maceió. **Anais...** Maceió: ENCAC-ELACAC, 2005, p. 350-359.
- DIAS, A. F. A.; GOMES, V. A.; CABÚS, R. C. Componentes de controle de luz natural em salas de aula e seu desempenho conforme a orientação solar do edifício. In: X ENCONTRO NACIONAL E VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2009, Natal. **Anais...** Natal: ENCAC, 2009, p. 1394-1400.
- DORIGO, A. L.; KRÜGER, E. L. Uso de dispositivos de sombreamento em salas de aula: avaliação de método proposto por Olgay. In: IX ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: ENCAC, 2007, p. 580-589.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico.** São Paulo: Studio Nobel, 2003.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA., F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW, 1997.
- LANDGRAF, M. A. C. **Estudo das Condições Lumínicas e Térmicas de dois Blocos da Universidade Estadual de Maringá.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- MASCARÓ, L. **Energia na Edificação: estratégia para minimizar seu consumo.** São Paulo: Projeto Editores Associados LTDA, 1991.
- RORIZ, M. Software Luz do Sol 1.1. São Carlos, jun., 1995. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/luz-do-sol>. Acesso em: 25 jul. 2012.
- VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. S. **Iluminação e Arquitetura.** São Paulo: Virtus, 2001.
- WEBER, C. P. **O uso do brise-soleil na arquitetura da região central do Rio Grande do Sul.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.