

## 85 - o Brise-soleil como elemento de controle solar: estudo de caso em um edifício no Plano Piloto de Brasília

### *The Brise-Soleil as a Solar Control Element: a Case Study of a Building in Brasilia's Master Plan*

**SILVA, Joene Saibrosa da (1); AMORIM, Cláudia Naves David (2)**

(1) Mestre pela PPG-FAU, Universidade de Brasília. E-mail: jsaibros@uol.com.br;

(2) Doutora, professora da Universidade de Brasília. E-mail: clamorim@unb.br; Av. Lindolfo Monteiro, 2801, apt 1404- Bairro Fátima – Teresina, PI, CEP:64049-440. Fone: (86) 3231-3268

#### **Resumo**

Este artigo avalia a eficiência do brise-soleil como elemento de controle solar em edifícios públicos de escritórios, examinando o edifício Anexo II da Câmara dos Deputados, localizado no Plano Piloto de Brasília. Através de visitas realizadas em horários e dias diferentes, buscou-se informações por meio de observações e medições in loco, entrevistas com os usuários e equipe de manutenção, a fim de identificar os problemas mais freqüentes dos brises, assim como a própria periodicidade de manutenção e efetivo funcionamento dos mesmos. A análise dos dados foi feita apoiando-se em critérios obtidos a partir da bibliografia existente e da carta solar como instrumento de avaliação da eficiência dos brises. Entre os resultados, pôde-se observar o excesso de proteção solar, escurecendo os ambientes, assim como a dificuldade de manuseio das lâminas dos brises. Conclui-se ressaltando a importância do correto projeto e manutenção deste elemento, a fim de que seu uso como elemento para controle solar efetivamente contribua para a sustentabilidade da edificação.

**Palavras-Chave:** Brise-soleil; Construções no Plano Piloto de Brasília

#### **Abstract**

*This paper analyzes the efficiency of shading devices as a solar control device in public office buildings, by studying the Extension II of the Deputy Chamber building, located within Brasilia's Master Plan. In the investigations regarding the most common problems presented by shading devices, visits were made at different day and time to watch how these function, to take measurements, to interview the users and those responsible for the maintenance of such devices. The existing bibliography and a solar chart, as instrument of evaluation, supported the data analysis. One result presented an overprotection from sun light that darkened the rooms. Another result showed that these devices were used wrongly, causing its faulty functioning. In its conclusions, this paper emphasizes how well-designed sun-shading devices and their correct maintenance are important factors in the efficiency of solar control in buildings and for their sustainability.*

**Keywords:** Brise-soleil; Buildings in Brasilia's Master Plan

## Introdução

O conforto térmico é um dos responsáveis pela qualidade ambiental das edificações e bem estar dos usuários em áreas de trabalho, podendo ser alcançado através da adoção de sistemas passivos de controle ambiental, como por exemplo, a aplicação do brise-soleil, como elemento de controle solar. Os brise-soleils, por serem protetores solares externos, apresentam-se como os mais eficientes, visto que barram o calor antes que ele penetre no ambiente, reduzindo as cargas térmicas, além de melhorar a distribuição da iluminação, permitir ventilação e diminuir o consumo energético, entre outras vantagens.

Corbella (2003, p.221) cita uma pesquisa desenvolvida em Porto Alegre indicando que a utilização correta de *brise-soleil* e vegetação reduzem a energia solar recebida de 2000 kWh/dia para 820 kWh/dia, em um mesmo edifício. Mascaró (1991, p. 113) acrescenta que se torna muito mais econômico e eficiente o uso de superfícies envidraçadas simples protegidas da radiação solar direta na estação quente, do que o uso de vidros especiais sem sombreamento nos climas tropicais e subtropicais úmidos.

Diante disso, para especificar corretamente um brise, segundo a literatura que abrange o assunto, como Olgyay e Olgyay (1957), Bittencourt (2000), Frota (2004), entre outros autores, deve-se considerar: a **posição** que o mesmo ocupa nas fachadas, à **mobilidade** de suas lâminas, à **dimensão** em relação ao plano da esquadria, o **posicionamento do brise-soleil em relação ao alinhamento da fachada** e as **características dos materiais** que compõem os mesmos, entre essas a absorvância à radiação solar ( $\alpha$ ), a refletância à radiação solar ( $\rho$ ), condutividade térmica ( $\lambda$ ) e emissividade ( $\epsilon$ ). A absorvância e a refletância da radiação incidente pelos protetores dependem da cor e do tratamento de sua superfície.

No que diz respeito a especificação dos brises em Brasília, Silva (2007) constatou em levantamento de 138 edifícios de escritórios públicos na escalas Gregária e Monumental do Plano Piloto, que um número significativo de edifícios possui algum tipo de controle solar, no entanto, o total de fachadas envidraçadas protegidas não é satisfatório. O brise-soleil é o elemento de controle solar mais utilizado, entretanto, é aplicado independentemente da orientação solar. O brise vertical, por exemplo, predomina na fachada norte, sul e oeste.

Partindo disso e considerando os benefícios do dispositivo, este trabalho avalia qualitativamente a eficiência do brise no Edifício Anexo II da Câmara do Deputados, localizado no Plano Piloto de Brasília, como edifício representante do brise vertical aplicado na fachada sul. A relevância deste artigo deve-se ao fato de Brasília concentrar a administração do país, apresentando um grande número desses edifícios e, conseqüentemente, de funcionários que podem ter sua qualidade de trabalho, saúde e bem-estar comprometidos, além de maior consumo energético.

## Procedimentos do Estudo

### Necessidade de sombreamento para Brasília

O Distrito Federal encontra-se a uma latitude de 15°52' Sul e 47°55' de longitude a oeste de Greenwich, com altitude de 1.100m, caracterizando-se como clima Tropical de Altitude com duas estações bem definidas: quente-úmida (de outubro a abril) e seca (de maio a setembro).

Sobre a necessidade de sombreamento, Evans (1991) e Koenigsberger et al (1977) sugerem a utilização de diagramas de *isoplelas de temperatura* para observar a variação anual e diária da mesma, constatando o período de calor excessivo, tal como foi utilizado por Leite & Araújo (2004). Seguindo os passos indicados por Evans (1991), construiu-se a isopleta de temperatura para Brasília, utilizando os dados de temperatura máxima e mínima para cada mês, correspondente ao intervalo de 1982-1997, apresentados por Maciel

(2002). No diagrama são representados apenas os horários com presença de sol, com intervalo de hora em hora (Figura 1) e a representação da carta solar com o horário de sombreamento necessário (Figura 2).

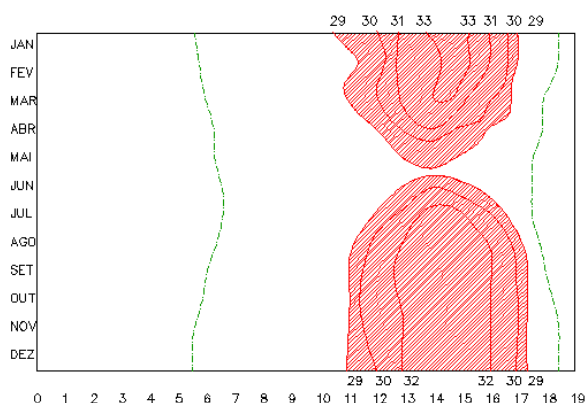


Figura 1- Isopleta de temperatura para Brasília, com horário de desconforto em vermelho

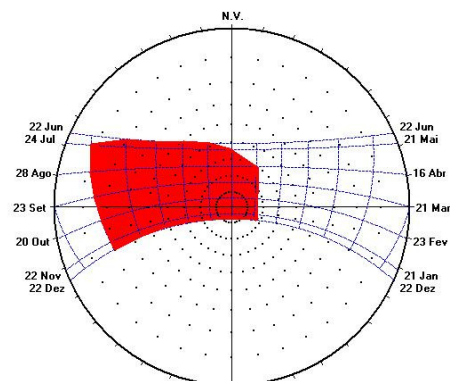


Figura 2- Carta solar para Brasília com período de sombreamento necessário para garantir conforto térmico, em destaque na cor vermelha. Adaptado do Programa Luz do Sol (RORIZ, 1995)

### Estudo de caso: critérios de avaliação

O edifício selecionado foi indicado por Silva (2007) como sendo o edifício cuja tipologia do brise é a mais freqüente para a fachada sul. Neste foram realizadas visitas em horários e dias diferentes, onde se buscou informações por meio: dos usuários, através de entrevistas informais com uma média de catorze pessoas em duas salas distintas, inclusive em pavimentos diferentes, para que não houvesse interferência nas respostas; da equipe de manutenção, para recolher informações sobre os problemas mais freqüentemente verificados nos brises, assim como a própria freqüência da manutenção; de observações e medidas *in-loco* das dimensões dos brises existentes, com as quais se procurou caracterizá-los segundo: controle solar, à posição, à mobilidade, ao uso e manutenção, à dimensão, ao posicionamento em relação ao alinhamento da fachada e às características dos materiais, fazendo uso de fotografias para auxiliar nas dúvidas surgidas; de desenhos arquitetônicos originais (quando existentes) e digitalizados, para observar as medidas e especificações e conferir com as medidas *in-loco*.

Fez-se uso da carta solar como instrumento de análise, avaliando a eficiência de controle solar dos brises de acordo com a necessidade de sombreamento da orientação da fachada. Vale ressaltar que, no caso do brise móvel, foram consideradas para efeito de análise apenas três angulações: 90° em relação à fachada, que corresponde ao brise totalmente aberto; 45° inclinado no sentido horário e 45° no sentido anti-horário. Foram consideradas as interferências do entorno, tais como elementos da estrutura, no sombreamento do edifício. Os demais dados com relação aos brises foram avaliados baseando-se no referencial bibliográfico sobre o assunto, como as características dos materiais.

## Resultados e Discussão: Anexo II da Câmara dos Deputados e Brise-soleil Vertical

### Caracterização do edifício e elemento de controle solar

O projeto para o Palácio do Congresso não foi suficiente para o número de funcionários sendo construído em 1966 o anexo II. O edifício apresenta formato retangular, com dois pavimentos expostos à radiação solar e um subsolo, ao longo dos quais se distribuem escritórios e plenários.

As fachadas norte e sul são vedadas com pele de vidro, na qual foi aplicado vidro comum bronze de 6 mm e janelas do tipo basculante com perfil de alumínio anodizado preto que abrem para dentro da sala e ficam

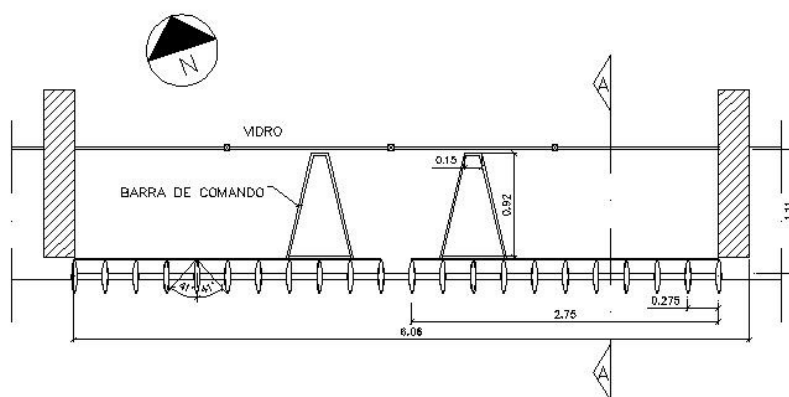
localizadas na parte inferior do plano envidraçado. As duas fachadas são protegidas por brise-soleil que correspondem a toda superfície exposta e dominam a leitura visual geral do edifício.

Os brises, originalmente, só existiam na fachada sul e eram do tipo misto, em concreto aparente com dimensões de 50x50x50 cm. No início da década de 1990 o edifício do Anexo II sofreu uma reforma e nesta, o arquiteto Oscar Niemeyer propôs substituir o brise existente por lâminas verticais, para manter uma continuidade visual com os outros anexos. O brise-soleil foi executado pela empresa local Gradebras em chapa de aço galvanizada e pintura automotiva na cor verde colonial (Figura 3). As lâminas verticais possuem 30 cm de profundidade, 5 cm de largura na parte intermediária do perfil e altura variável de acordo com o pavimento (1º ou 2º), caracterizando-se como brise infinito.

As lâminas verticais são agrupadas de onze em onze em uma longarina metálica horizontal, compondo a modulação possível de movimento, cuja angulação é de até, aproximadamente, 90 graus. Dois grupos de 11 lâminas ficam dispostos entre pilares, sendo o movimento dos mesmos distribuído aleatoriamente, de modo que alguns giram 90 graus no sentido horário e outras 11 no sentido anti-horário. A barra de comando é fixada na oitava e décima lâmina, a 70 cm de altura, projetando-se em direção ao plano da pele de vidro, onde através da esquadria pode-se interagir com a mesma (Figura 4). O espaço entre a pele de vidro e a longarina é de 1,11 m, existindo uma pequena abertura de 12 cm na parte superior entre o brise e o último pavimento. Esse sistema é distribuído em dois grupos, totalizando 22 lâminas entre pilares.



Figura 3- Fachada sul e a predominância dos brises



Figur 4- Planta baixa representativa da distribuição dos brises

A manutenção do brise é periódica de acordo com a finalidade: a cada dois anos são feitos ajustes como pintura, troca de peças e reparos; de seis em seis meses realiza-se uma lavagem com jatos de água; no intervalo de quatro em quatro meses o edifício em geral, incluindo os brises, é detetizado e diariamente é feita uma limpeza com espanador. Uma das principais causas para o desgaste e danificação dos brises é a presença de pombos no local, pois a acidez de seus excrementos corrói a estrutura metálica.

## Eficiência do brise

### A - Controle solar

Na fachada sul, de fevereiro a meados de julho, não há incidência direta do sol pela manhã e em alguns períodos à tarde. Este incide com maior frequência à tarde e apenas em alguns meses do ano, sendo intenso, principalmente, de novembro a janeiro, quando a insolação se inicia a partir das 11h. Já nos meses de agosto e abril, por exemplo, a fachada é atingida pela radiação solar somente após as 16h. De acordo com a necessidade de sombreamento, observada anteriormente, a proteção deve ser feita das 11h às 17h em todos os meses do ano, com exceção de maio, junho e julho, correspondente aos meses mais frios e de

menores ganhos térmicos. O brise vertical existente no edifício se estende por 100% da fachada, oferecendo diversos ângulos de proteção, que podem ser definidos pelo usuário. Dessa forma, segue-se com a análise:

Brise-soleil com abertura total- O controle solar no edifício ocorre de meados de julho a abril, no intervalo necessário. A proteção dá-se durante toda a manhã, no solstício de verão, interrompendo-se às 12h e com continuação após as 13h. Como consequência, pode-se ter um escurecimento da sala no período matinal e no fim do dia, obrigando o uso de iluminação artificial freqüentemente (Figura 5). A radiação solar que atinge o edifício no horário de 12h às 13h é bloqueada pelo elemento metálico horizontal utilizado como estrutura e de apoio à manutenção existente entre os pavimentos (Figura 6). Este sombreamento gerado surtirá efeito inclusive nas outras angulações que também são analisadas.

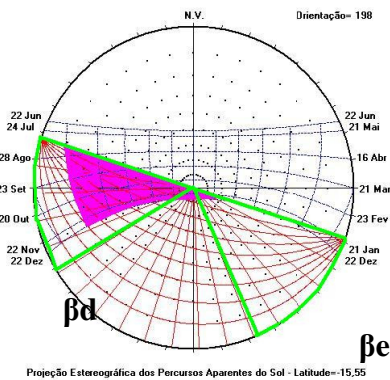


Figura 5- Máscara de sombra obtida pelo brise vertical com abertura total. Adaptado do Programa Luz do Sol (RORIZ, 1995)

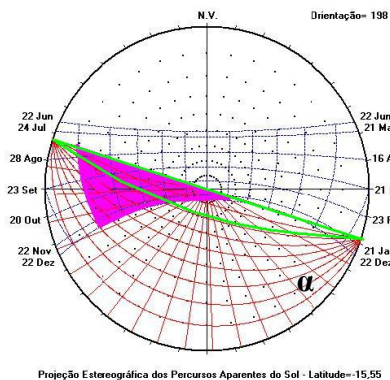


Figura 6- Máscara de sombra com  $\alpha=71^\circ$  e  $73^\circ$

Inclinação de  $45^\circ$  no sentido horário- Nessa situação, onde  $\beta_d=65^\circ$  e  $\beta_e=15^\circ$ , ocorre proteção demasiada pela manhã e insuficiente à tarde, tendo em vista que não há controle da radiação solar recebida a partir das 12h, no solstício de verão por exemplo, período de maiores ganhos térmicos nas superfícies verticais (Figura 7). Inclinação de  $45^\circ$  no sentido anti-horário- Na posição contrária, sentido anti-horário onde  $\beta_d=15^\circ$  e  $\beta_e=65^\circ$ , o brise resguarda de modo exagerado a fachada com relação à radiação solar, podendo reduzir a iluminação natural no interior do edifício, principalmente no fundo das salas, que chegam a ter 9,50m de profundidade (Figura 8).

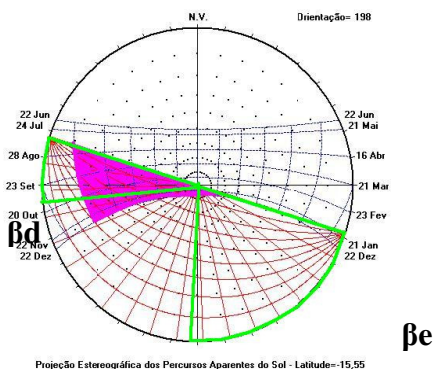


Figura 7- Máscara de sombra obtida pelo brise vertical inclinado  $45^\circ$  no sentido horário. Adaptado do Programa Luz do Sol (RORIZ, 1995)

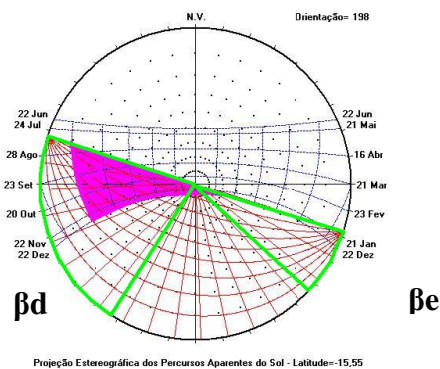


Figura 8- Máscara de sombra obtida pelo brise vertical inclinado  $45^\circ$  no sentido anti-horário. Adaptado do Programa Luz do Sol (RORIZ, 1995)

## **B - Posição e dimensão**

Dessa forma, dentre as angulações estudadas, observa-se que o brise vertical infinito aplicado neste edifício, com exceção da angulação de 45° no sentido horário, atende a necessidade de sombreamento exigida, protegendo inclusive quando não se tem radiação direta. Isso, no entanto, acarreta no escurecimento da sala devido ao bloqueio excessivo da iluminação natural, obrigando o uso de iluminação artificial.

## **C - Mobilidade, uso e manutenção**

O brise-soleil, apesar de ser móvel e oferecer diversidade de uso, apresenta-se pesado e de difícil manuseio, fato atestado pelos próprios usuários. A barra de comando une onze lâminas que, de acordo com a altura, com o desgaste das engrenagens e a falta de óleo nas mesmas, dificultam o movimento do sistema.

Outro fator que interfere no uso são as barras de comando danificadas, seja pelo peso que suportam ou pela corrosão do material. A barra possui ainda um difícil acesso, uma vez que esse é feito através de uma basculante que abre para o interior a sala ou, em alguns casos, há impossibilidade de acesso, visto que os armários são dispostos ao longo da pele de vidro. Dessa forma, além do peso, o usuário tem o problema da distância com relação à barra de comando, quando essa possibilidade existe.

Todos esses inconvenientes fazem com que o uso do mesmo seja eventual, adicionando ainda o fato de que alguns funcionários desconhecem o que seja brise-soleil ou quebra-sol, sendo esse visto como elemento para se oferecer apenas privacidade. Nas salas do térreo, por exemplo, fecha-se o brise quando se deseja evitar a visão pelos transeuntes, principalmente na sala dos diretores. Inclusive, foi comentado pelos entrevistados que a aplicação de cortinas internas seria melhor e de manuseio mais fácil. Esses usuários revelam-se preocupados com a falta de escape pelas janelas em caso de incêndio, visto que a existência dos brises impede o acesso ao exterior. Por outro lado sentem-se protegidos no caso de manifestações contra o edifício, como pedras em direção à superfície envidraçada, como ocorreu na invasão pelo Movimento de Liberação dos Sem-Terra, junho de 2006.

## **D - Posicionamento do brise em relação ao alinhamento da fachada**

O brise-soleil aplicado no edifício do Anexo II mantém um afastamento de 1.11 m da superfície envidraçada. Esse distanciamento é favorável, uma vez que oferece espaço para manutenções, no entanto, a ventilação é dificultada, tendo em vista que entre o brise inferior e superior existe uma base metálica que fica afastada apenas 12 cm da parede, obstruindo a circulação do ar. No que diz respeito à ventilação no interior das salas, essa é praticamente inviável, devido a ausência de saídas de ar.

## **E - Características dos materiais**

O brise possui acabamento na cor verde colonial que apresenta absorvância ( $\alpha$ ) de 0,75, ou seja, a cor absorve 75% do calor recebido e reflete 25%. Dessa forma, o coeficiente representa um valor alto se comparado com uma superfície branca, por exemplo, cuja absorvância é entre 0,20 e 0,30, além de contribuir pouco na iluminação interna, visto que, a capacidade de reflexão é baixa. A emissividade ( $\epsilon$ ) de 0,95 também manifesta valor elevado quando confrontada com o alumínio cujo valor é entre 0,40 e 0,60. A radiação absorvida é conduzida através do aço, cuja condutividade térmica é 52W/mK, representando um

valor alto se comparado ao concreto, cuja condutividade é 1,50 W/mK, e um valor baixo, comparando-se ao alumínio (230 W/mK).

## F - Sugestões para correção

Concluída a análise, percebe-se que o brise vertical infinito atende à necessidade de sombreamento na maior parte do tempo necessário, podendo permanecer aberto em tempo integral, até mesmo à tarde quando os ganhos térmicos são maiores.

Para um melhor desempenho térmico e luminoso do brise-soleil, sugere-se colocar todas as lâminas com mesmo sentido de rotação (anti-horário), aumentando aproximadamente 10 cm entre as mesmas, a fim de amortizar o sombreamento nos horários desnecessários e aumentar a luminosidade no fundo das salas (Figura 9 e 10). Com isso, obtém-se também um aumento da visão interior-exterior, assim como uma diminuição do número de lâminas por longarina (passariam de 11 para 8 lâminas) e, conseqüentemente, a redução do peso do sistema.

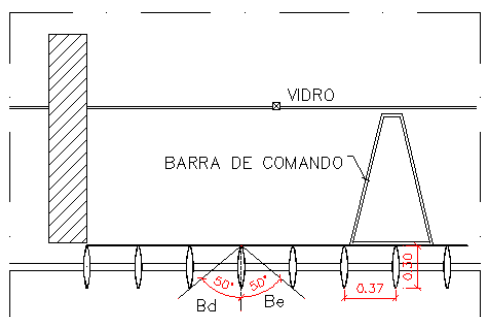


Figura 9- Sugestão para distanciamento entre as lâminas ( $\beta_d = \beta_e = 50^\circ$ )

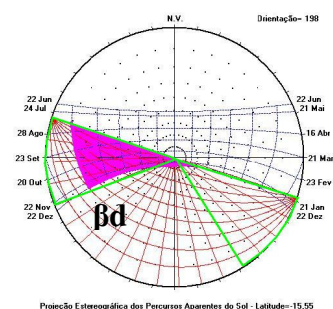


Figura 10- Máscara de sombra obtida pela nova disposição dos brises verticais ( $\beta_d = \beta_e = 50^\circ$ ). Adaptado do Programa Luz do Sol (RORIZ, 1995)

A estrutura metálica horizontal de apoio ao brise-soleil vertical pode ser substituída por pérgulas no pavimento superior, a fim de manter o controle solar existente e permitir uma maior fluidez para a circulação dos ventos. Já para a estrutura intermediária sugere-se a permuta por uma peça em formato de grelha (vazada), que permite a circulação do ar, conservando a função de apoio à manutenção.

No que se refere às características dos materiais, a cor não apresenta condições aceitáveis. Recomenda-se a substituição da pintura existente por uma cor mais clara, que absorva menor quantidade de calor, podendo ser inclusive a cor amarela utilizada no Anexo IV, cuja absorvância é entre 0,3 e 0,5. Com essa solução, o brise-soleil passa a oferecer um melhor controle solar, com maior distribuição de luminosidade para o interior, além de manter o diálogo com a edificação existente. A iluminação no interior pode ser melhorada também com a substituição do vidro bronze por um incolor, pois o vidro comum com proteção solar tem melhor desempenho (MASCARÓ, 1991).

É de extrema importância ainda a conscientização dos usuários quanto ao funcionamento adequado do brise-soleil. Tal ação pode ser efetivada, entre outros caminhos, através da revista eletrônica informativa existente e em vigor na Câmara dos Deputados ou com um manual específico, tipo cartilha, a ser deixado permanentemente nas salas e disponível no site. No site, inclusive, há uma seção de ouvidoria para reclamações e sugestões destinados aos funcionários que é lido e respondido diariamente pela própria diretoria da Câmara dos Deputados.

Quanto à manutenção das peças danificadas, como as barras de comando, os funcionários devem informar o setor responsável o quanto antes, para agilizar o processo de conserto e não ter que esperar o prazo de dois anos, que deve ser reduzido. Para um bom uso, também é imprescindível liberar, através de um bom layout, as aberturas por onde se tem acesso às barras de comando, que hoje se encontram, em algumas salas, obstruídas por mobiliário.

## **Considerações Finais**

A correta especificação do brise proporciona o aproveitamento da iluminação natural e evita o uso da iluminação artificial excessiva. Com isso, a luz natural é filtrada, proporcionando iluminação necessária e homogênea, reduzindo as cargas térmicas e conseqüentemente o consumo com climatização artificial, uma vez que a potência requerida será menor.

Deve-se destacar que uma mesma máscara de sombra pode gerar diversos tipos de brise-soleil, onde o profissional deve considerar as características do edifício como a orientação das fachadas, localização, tamanho e tipos de abertura, uso dos espaços e a conformação do entorno, para dar continuidade nas tomadas de decisão, como a escolha dos materiais. Atualmente existem diversos materiais de acabamento para os brises, como placas fotovoltaicas, painéis prismáticos e até o próprio vidro, que segundo pesquisas recentes, apresenta desempenho satisfatório (MIANA & CARAM DE ASSIS, 2006).

A qualidade ambiental e a boa produtividade no ambiente de trabalho podem andar juntas desde que sejam tomadas decisões adequadas ao clima e que haja um interesse do usuário em aprender a utilizar o edifício e seus equipamentos da melhor forma, zelando-os.

## **Referências Bibliográficas**

- BITTENCOURT, Leonardo. *Uso das cartas solares - diretrizes para arquitetos*. Maceió: EDUFAL, 2000.
- CORBELLA, Oscar. *Em busca de uma arquitetura sustentável para os tópicos – conforto ambiental*. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- EVANS, Martin; SCHILLER, Silvia de. *Diseño bioambiental y arquitectura solar*. 2<sup>a</sup> ed. Buenos Aires: Facultad de Arquitectura, diseño y urbanismo, 1991.
- FROTA, Anésia Barros. *Geometria da insolação*. São Paulo: Geros, 2004.
- KOENIGSBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S. V. *Viviendas y edificios*. Madrid: Paraninfo, 1977.
- LEITE, Juliano S. V.; ARAÚJO, Virginia M. D. Análises de elementos arquitetônicos de proteção solar em edificações institucionais na cidade de Natal/RN - diretrizes projetuais. In: I Conferência Latino Americana de Construção Sustentável, 10, Entac-Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Clacs/Entac, 2004. CD.
- MACIEL, Alexandra A. *Projeto Bioclimático em Brasília: estudo de casos em edifícios de escritórios*. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.
- MASCARÓ, Lúcia R. de. *Energia na edificação- estratégias para minimizar seu consumo*. São Paulo: Ed. Projeto, 1991.
- MIANA, Anna Christina; CARAM DE ASSIS, Rosana Maria. Avaliação de desempenho térmico de brises transparentes: ensaios em células- teste. In: Seminário Internacional Nutau 2006- Inovações tecnológicas e sustentabilidade, 2006, São Paulo. *Anais...*São Paulo: NUTAU, 2006. CD.



OLGYAY, A.; OLGAYAY, V. *Solar control & shading devices*. New Jersey: Princeton University Press, 1957.

RORIZ, M. *Luz do Sol – Radiação solar e iluminação natural*. Versão 1.1 (1995), São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1995.

SILVA, Joene Saibrosa da. *A Eficiência do brise-soleil em edifícios públicos de escritórios: Estudo de casos no Plano Piloto de Brasília*. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília. 2007.