

## PROTEÇÕES SOLARES E OUTRAS ESTRATÉGIAS DE SOMBREAMENTO EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS E COMERCIAIS DE FLORIANÓPOLIS

**Luciano Dutra (1); Suely Ferraz de Andrade (2)**

Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Arquitetura Sustentável (NEPAS), Fone: (48) 3279 1507

(1) Arquiteto, docente, e-mail: [luciano.dutra@unisul.br](mailto:luciano.dutra@unisul.br)

(2) Arquiteta, docente, e-mail: [suely.andrade@unisul.br](mailto:suely.andrade@unisul.br)

### RESUMO

Este trabalho analisa o uso de *brises* em dois edifícios públicos e comerciais em Florianópolis. Os edifícios foram modelados nos programas *Ecotect* e *Radiance* e analisados frente às necessidades de sombreamento, insolação e iluminação natural. Os resultados auxiliaram no diagnóstico da eficácia das proteções solares, gerando recomendações sobre seu uso e projeto. Foram propostos *brises* que solucionassem os problemas identificados. Simulações comparativas entre estes *brises* e os originais permitiram comprovar os erros mais comuns em projetos de *brises*, levados em consideração como hipóteses desta pesquisa. Conclui-se que a arquitetura moderna, embora tenha impulsionado o uso de proteções solares em edificações, nem sempre agregava a estes elementos sua real função bioclimática, usando-os como meros elementos da expressão arquitetônica requerida pela linguagem. Apesar disso, as possibilidades de simulação e análise disponíveis hoje permitem o resgate do uso de proteções solares de forma muito mais adequadas às necessidades de cada local.

**Palavras-chave:** Proteções solares; *brises*; sombreamento; simulação; arquitetura bioclimática

### ABSTRACT

This work analyses the use of solar protections in two public and commercial buildings in the southern city of Florianópolis. Software *Ecotect* and *Radiance* were used to analyse the requirements for shading, solar access and daylight in these buildings. Performance assessment for the solar protections gave hints about their design and use. New shading devices were proposed in order to solve the problems of the original solution. Comparative simulations between these confirm the hypotheses regarding the usual mistakes in solar protections design. The research concludes that the international style, although substantially pushing the use of solar protections in buildings, rarely includes their authentic bioclimatic values, turning them into simple elements of the architectural expression required by the modern language. Nevertheless, the simulation and analysis procedures available nowadays allow rethinking the use of solar protections in buildings, elements that can now be highly adequate to the constraints inherent to each place.

### 1. INTRODUÇÃO

A expressão “proteção solar” é designada a uma série de elementos que exercem esta função, tais como beirais, varandas, pérgolas e *brises*. O *brise* foi criado como elemento arquitetônico por Le Corbusier e incorporado na maioria de seus edifícios. Este elemento foi lançado no Brasil na década de 30 no edifício sede do Ministério da Educação e da Saúde Pública no Rio de Janeiro, no qual

Le Corbusier participou como consultor da equipe (Boesiger e Girsberger 1971 pp.126-129). O *brise* trouxe uma dinâmica mais “moderna” às fachadas outrora simplistas e monótonas, trazendo expressividade formal à arquitetura, definindo sua linguagem e estilo. A partir daí, definitivamente incorporado à linguagem arquitetônica moderna, o *brise* passou a ser símbolo de modernidade, pelo menos em edifícios públicos e comerciais. Este elemento arquitetônico é também um dos mais expressivos em termos bioclimáticos, pois atua diretamente numa das estratégias de resfriamento passivo mais importante para os climas do Brasil, o sombreamento. Seu uso é, no entanto, muitas vezes desprovido de qualquer ciência em relação ao seu funcionamento e adequação ao contexto local. Vários erros são detectados nos projetos de *brises*, o mais comum é a definição do mesmo tipo de proteção para todas as fachadas, por simples necessidade de padronização. Outro erro é a generalização de um tipo de *brise* para uma determinada orientação como, por exemplo, placas horizontais para a fachada norte, sem análises complementares para cada região do projeto. Além disso, um engano trivial é projetar a proteção solar para o verão, garantindo que o sol indesejável seja bloqueado, entretanto não considerando o período do inverno e da meia estação. Um aspecto importante a ser também considerado é a relação direta do *brise* com a iluminação natural, que deve ter seu estudo associado ao projeto. O entorno é também muitas vezes desprezado no projeto, levando a aplicações desnecessárias ou ao superdimensionamento do *brise*.

Esta pesquisa investiga estes e outros aspectos no uso de proteções solares em edifícios públicos e comerciais na cidade de Florianópolis (latitude 27,5°S). O trabalho focaliza a análise em dois edifícios de linguagem moderna, que utilizam o *brise* como principal elemento formal nas fachadas. A partir das análises dos *brises* originais, novos modelos são propostos para resolver os problemas identificados, comprovando as hipóteses sobre os erros mais comuns em projeto de *brises*. É evidenciada a importância da simulação para análise e síntese de propostas de melhorias para elementos arquitetônicos como proteções solares.

## 2. O SOMBREAMENTO EM FLORIANÓPOLIS

O sombreamento é uma das estratégias *bioclimáticas* mais indicadas no Brasil. Em praticamente todo o país os verões são quentes, com muito sol presente na abóbada celeste ao longo de todo o ano. Em Florianópolis, cidade onde esta pesquisa foi desenvolvida, a necessidade de sombreamento atinge praticamente 70% das horas diurnas do ano, segundo a Carta Bioclimática gerada pelo programa *Analysis-BIO* (LabEEE 2007.a). Considera-se que o sombreamento é necessário quando a temperatura do ar supera o valor de 20°C. Além disso, o sol é necessário em Florianópolis em 25,6% das horas diurnas do ano, pois a cidade costuma ter invernos frios. Esse aparente antagonismo exige do arquiteto maiores cuidados ao projetar proteções solares nesta cidade, permitindo o acesso solar no inverno, mas garantindo e seu bloqueio no verão. A necessidade de sombreamento em Florianópolis também é apresentada na Figura 2-1, obtida pelo programa *Analysis-SOL-AR* (LabEEE 2007.b).

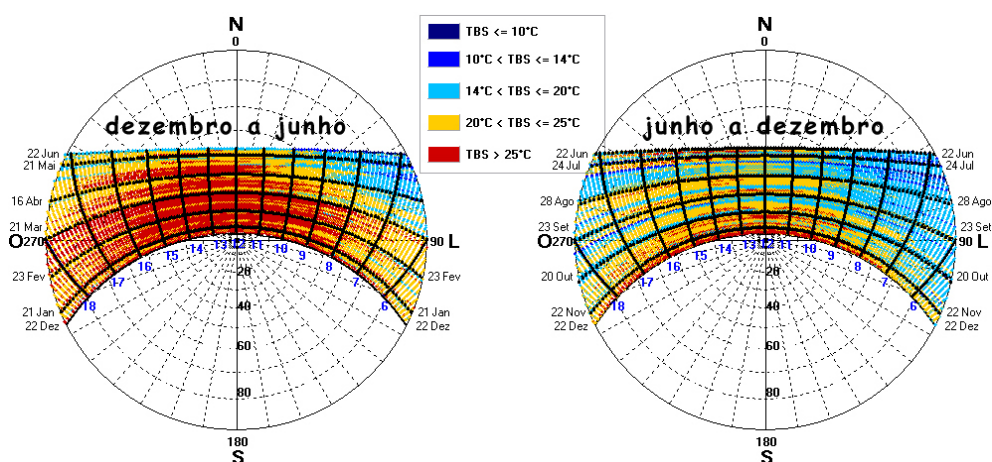


Figura 2-1: Necessidades de sombreamento e de insolação em Florianópolis

A figura mostra a carta solar para Florianópolis com as temperaturas de um ano climático sobrepostas hora a hora no período de dezembro a junho (à esquerda) e de junho a dezembro (à direita). As áreas vermelhas indicam temperaturas do ar acima dos 25°C, ou seja, necessidade de sombreamento total.

Nas áreas azuis, a necessidade de sombreamento é nula (temperatura do ar abaixo de 20°C) e nas áreas amarelas é parcial. Nos estudos de Olgyay (1963), recomenda-se sombrear os ambientes com temperaturas acima de 25°C. Já nos meses de verão, observa-se esta temperatura num período considerável, a partir das 8h da manhã até as 17h. No inverno, este período se reduz bastante, limitando-se ao intervalo entre 11h e 15h. Percebe-se a diferença gritante nas necessidades de sombreamento para os dois períodos do ano. Um *brise* ideal para o verão pode sombrear muito mais do que o necessário no inverno de Florianópolis, enquanto que um *brise* adequado para a necessidade de sombras do inverno pode subestimar o calor solar do verão, incorrendo no superaquecimento dos ambientes internos neste período.

Um modo de resolver este intrincado problema é projetar proteções solares externas fixas para resolver a necessidade de sombreamento do período de junho a dezembro, complementando o sombreamento necessário no verão com proteções solares móveis. Dessa forma, evita-se incorrer em um dos erros mais comuns no projeto de proteções solares, como já citado. Além destas considerações, uma proteção solar deve também ser adequada às necessidades de iluminação e de conforto visual nos ambientes, tema do próximo item.

### 3. NECESSIDADE DE ILUMINAÇÃO NATURAL

A iluminação natural é sempre preferível à artificial em funções comerciais e públicas, pois garante o contato das pessoas com o exterior, funcionando como uma espécie de *feedback* ao relógio biológico humano, além de ter maior qualidade e trazer menos calor para o interior das edificações se comparada a fontes artificiais de mesma intensidade. As proteções solares influenciam na iluminação natural, pois além de sombrear o sol, obstruem regiões da abóbada celeste. Um *brise* horizontal para a fachada sul, por exemplo, não é adequado porque obstrui uma região do céu que não terá o sol presente, além de permitir a entrada deste em períodos em que pode ser indesejável, como nos inícios de manhã e nos finais de tarde no verão. A adequação de um *brise* a uma determinada orientação deve levar em conta, portanto, a necessidade de iluminação natural no ambiente interior. Proteções solares superdimensionadas podem provocar ambientes mais frios no inverno, além de fazê-los escuros ao longo de todo o ano. Reciprocamente, proteções solares mal dimensionadas para o verão, provocam o aquecimento dos ambientes em demasia neste período, além de possíveis problemas com ofuscamento ou com níveis de iluminação exagerados. Para determinar a necessidade de iluminação natural em ambientes comerciais e públicos deve-se consultar a norma brasileira NBR 5413 (ABNT 1992), que recomenda os níveis de iluminação mínimos para diversos ambientes. Nos estudos de caso analisados neste trabalho, os ambientes são escritórios e os valores de iluminância recomendados por norma (v. Tabela 1 da NBR 5413) para este tipo de atividade são de 500, 750 ou mesmo de 1000 *lux*. A Tabela 1 da norma salienta o valor de 500 *lux*, suficientemente bom para atividades em escritórios e que, se necessário, pode ser suplementado com iluminação artificial de tarefa.

### 4. METODOLOGIA

Os edifícios apresentados neste trabalho foram selecionados dentre vários outros pela sua linguagem moderna e incorporação da proteção solar como elemento arquitetônico em destaque na forma e volumetria. A metodologia utilizada para análise compreendeu os seguintes itens:

→ Os projetos arquitetônicos foram analisados e posteriormente modelados no programa computacional *Ecotect 5.50* (*Square One Research* 2007), com identificação do norte geográfico de cada edifício. Foram escolhidos os ambientes para análise, todos com atividade de escritório. Nestes, foi considerado necessário o bom contato visual com o exterior através de aberturas, nível de iluminação ideal de 500 *lux*, iluminação homogênea e bem distribuída, com ausência de contrastes excessivos no campo visual e ausência de ofuscamento.

→ Foi feito o mascaramento das aberturas dos ambientes para sobreposição na carta solar de Florianópolis para os dois períodos apresentados na Figura 2-1. A partir de observações dos períodos menos favoráveis de iluminação natural e de sombreamento, definiram-se os períodos a serem analisados com mais detalhes.

→ A análise de penetração solar, realizada com o programa *Ecotect 5.50*, foi feita com o objetivo de identificar a presença desfavorável do sol no ambiente de trabalho, em superfícies que pudessem gerar reflexões causadoras de ofuscamento.

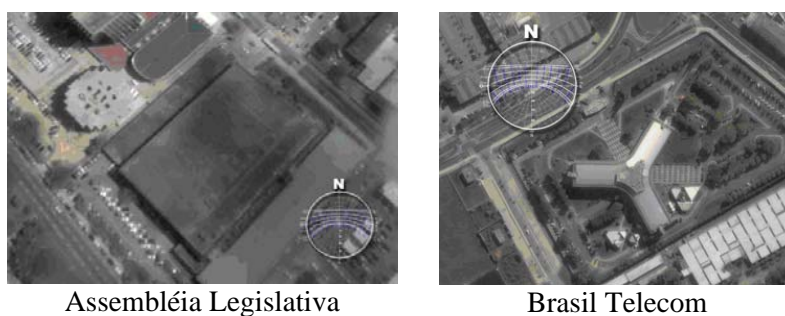
→ A iluminação natural foi simulada com auxílio do programa *Radiance (Lighting Systems Research Group 2007)*, com objetivo de testar o controle à luz natural proporcionado pelos *brises* nos ambientes. Valores de iluminância em *lux* e de luminâncias em *candelas/m<sup>2</sup>* foram analisados para identificação de problemas como pouca luz natural, contrastes excessivos e ofuscamento. Para a análise de iluminação natural, foram desconsiderados os móveis e as cores dos ambientes, pois se pretendia apenas identificar de forma genérica os problemas possíveis de iluminação relacionados à forma e geometria do ambiente e dos *brises*.

→ Considerou-se, para efeito de simulação das iluminâncias internas, o valor de referência de 10.000 *lux* para iluminância celeste de um dia com céu totalmente encoberto. Estabeleceu-se o contraste recomendado para fins de conforto visual no ambiente entre a tarefa e o entorno geral (mesa e superfícies próximas) com valor de 5/1, entre a tarefa e as superfícies (paredes) mais afastadas de 10/1 e o máximo contraste admissível no campo visual de 40/1 (Lechner 2001 p.343).

→ A análise dos resultados auxiliou no diagnóstico da eficácia dos *brises*, gerando recomendações sobre seu uso e projeto. Propostas de novos *brises* foram feitas de forma a melhor atender às demandas de sombreamento, insolação e iluminação dos ambientes. Estas propostas foram simuladas e analisadas, configurando-se como recomendações para possível implantação nos edifícios.

## 5. ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso englobam dois edifícios de linguagem moderna na cidade de Florianópolis, edifícios estes que utilizam o *brise* como elemento marcante nas fachadas. A Figura 5-1 apresenta as implantações dos edifícios sob análise.

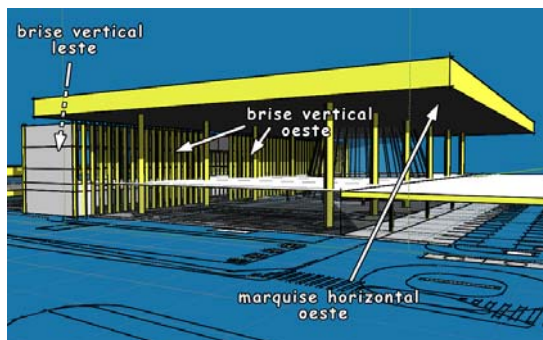


**Figura 5-1: Localização e orientação dos edifícios**

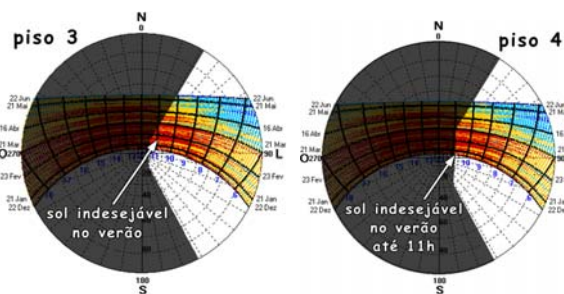
### 5.1 Assembléia Legislativa do Estado de Santa Catarina

Esta edificação foi projetada pelo Arquiteto Pedro Paulo de Melo Saraiva com participação de Paulo Mendes da Rocha e de Alfredo Paesani em 1957. No ano de 2000 foi solicitado um projeto de ampliação, que resultou no Anexo da Assembléia Legislativa, desenvolvido por Pedro Paulo de Melo Saraiva em associação ao arquiteto Fernando Mendonça. O edifício possui proteções solares verticais nas fachadas leste e oeste do bloco de gabinetes dos deputados, além de uma grande laje que se projeta na fachada oeste deste mesmo bloco como uma proteção solar horizontal. Esta laje protege o plenário, dá acesso visual a este e configura-se numa área coberta que oportunamente será utilizada como praça cívica (Figura 5-2). Foi modelado um grupo de gabinetes orientado para leste, com *brises* verticais ao longo de quatro pavimentos, encimados com uma pequena placa horizontal.

Os *brises* são os mesmos nos quatro andares da edificação, embora seu desempenho seja diferente em cada nível, visto que nos dois primeiros pavimentos há sombreamento extra provocado pelo bloco anexo. As máscaras de sombreamento no primeiro e no segundo pavimentos mostraram que os mesmos têm quase total bloqueio do sol pelo bloco anexo. Dessa forma, apenas o terceiro e o quarto pisos foram analisados com maiores detalhes, e suas máscaras de sombreamento estão na Figura 5-3. Observa-se que no terceiro piso o *brise* é bastante ineficiente, deixando o sol indesejável do final da manhã penetrar no ambiente no verão.



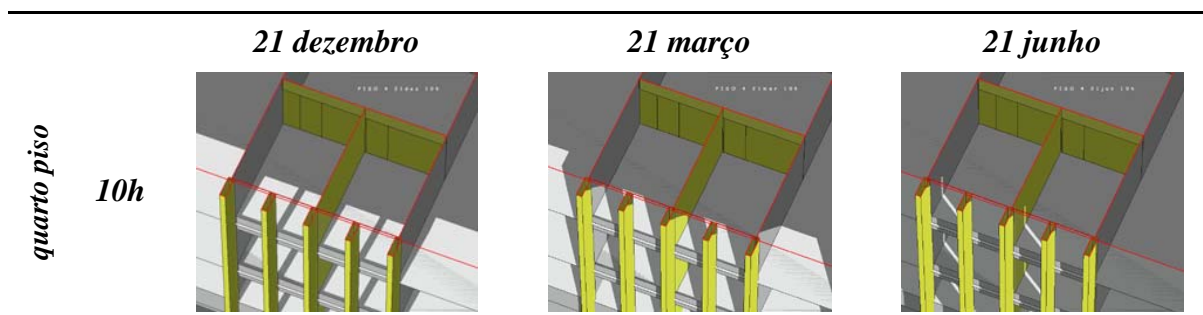
**Figura 5-2: Assembléia Legislativa do Estado de Santa Catarina**



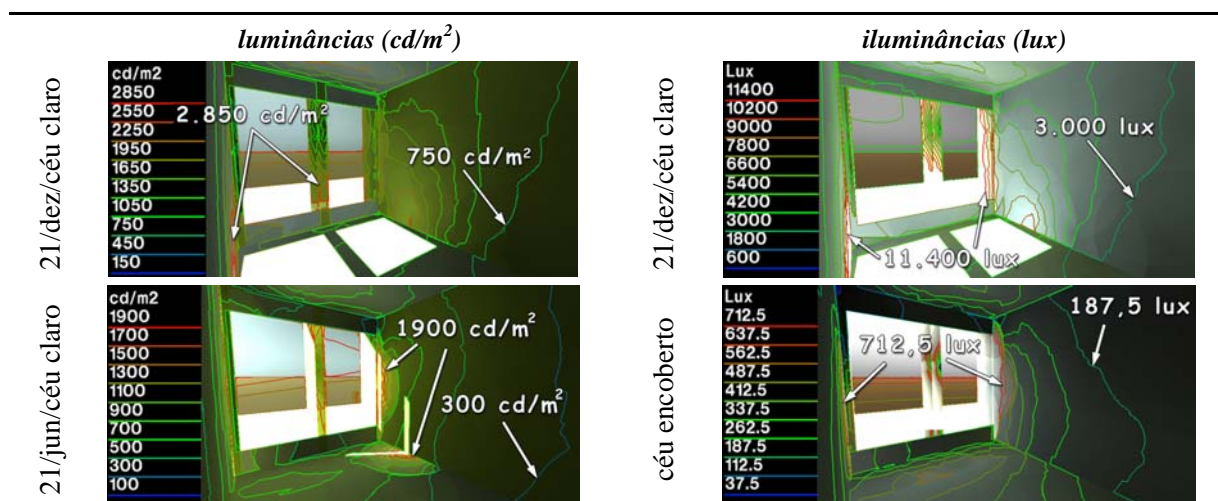
**Figura 5-3: Máscaras de 100% de sombreamento do brise nos pisos 3 e 4 da Assembléia**

No quarto pavimento, a máscara de sombreamento se mostra um pouco mais generosa nos horários próximos ao meio-dia devido à menor distância entre a abertura e a placa horizontal existente sobre os brises. Mesmo assim, o sol do verão pode provocar sobreaquecimento, pois está presente do nascer do sol até as 11h da manhã, quando a temperatura do ar externo é acima de 25°C. Isso prova que este brise vertical é pouco eficiente em todos os pisos deste bloco para a orientação leste. A análise de penetração solar no ambiente do quarto piso da assembléia é apresentada na Tabela 5-1 e a análise de iluminação natural na Tabela 5-2.

**Tabela 5-1: Penetração solar num ambiente da Assembléia**



**Tabela 5-2 : Análise de iluminação natural do ambiente da Assembléia**



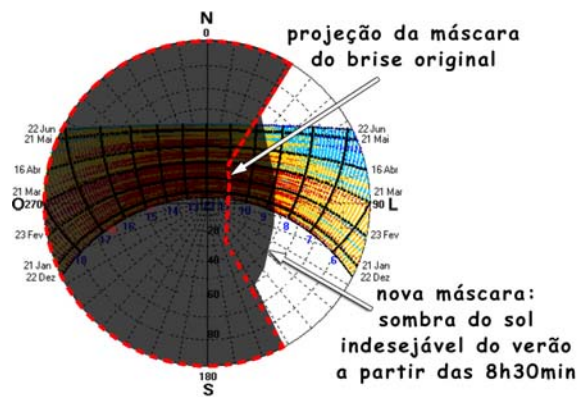
Nota-se que no verão e nos equinócios o sol é bastante presente nos ambientes, podendo provocar ofuscamento e, principalmente, sobreaquecimento. No inverno, o brise bloqueia quase totalmente o sol, possivelmente causando ambientes com baixas iluminâncias e pouco aquecimento solar, que seria desejável no período entre as 8h e as 10h da manhã.

As análises de iluminação natural foram feitas para os períodos mais críticos de dois ambientes, no terceiro e no quarto piso. Analisou-se um dia encoberto de inverno, quando se tem a hipótese de menor nível de iluminação possível e um dia de céu claro às 10h da manhã no verão, momento

indicado na Tabela 5-1 como de grande penetração solar nos ambientes. A Tabela 5-2 mostra que em dias de céu claro, as luminâncias variam no verão de  $2.850 \text{ cd/m}^2$  na região mais próxima à janela a  $750 \text{ cd/m}^2$  no fundo da sala (contraste de 3,8/1), enquanto que no inverno essa variação é da ordem de  $1.900 \text{ cd/m}^2$  a  $300 \text{ cd/m}^2$ , (contraste de 6,3/1), indicando maior possibilidade de ofuscamento.

No dia 21 de dezembro os níveis de iluminação são bem maiores que os recomendados por norma, atingindo valores de até  $11.400 \text{ lux}$  próximos à janela e de  $3.000 \text{ lux}$  no fundo da sala, indicando a ineficácia do *brise* no controle da luz natural. Já no inverno, as iluminâncias variam de  $712,5 \text{ lux}$  próximos à janela a  $187,5 \text{ lux}$  no fundo da sala, indicando necessidade de luz artificial complementar.

O *brise* proposto como melhoria consiste em uma placa horizontal de argamassa armada com pintura branco fosco instalada a 1,75 metros de altura a partir do peitoril da janela. A placa tem saliência em relação ao plano da fachada de 1,65 metros e penetra 0,75 metros no ambiente, configurando-se como uma prateleira de luz, que divide a janela de 2,30 metros de altura em duas aberturas distintas. A abertura inferior tem altura de 1,75 metros e tem o sol indesejável do verão sombreado pela prateleira de luz na sua maior parte, enquanto permite a entrada do sol do inverno (Figura 5-4).



**Figura 5-4: Máscaras de 100% de sombreamento do brise proposto para a Assembléia**

A abertura superior tem altura de 0,50 metros e permite a entrada da luz natural através de reflexão difusa para o teto. Com isso, os valores de luminância e de iluminância observados anteriormente sofrem melhorias no contraste e na distribuição de luz natural no ambiente (Tabela 5-3).

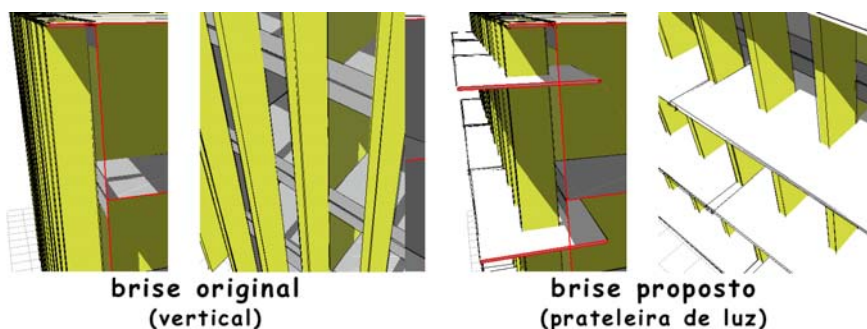
**Tabela 5-3 : Análise de iluminação natural do ambiente da Assembléia com o brise proposto**

	<i>luminâncias (cd/m<sup>2</sup>)</i>	<i>iluminâncias (lux)</i>
21/dez/céu claro		
21/jun/céu claro		

A tabela mostra que o contraste num dia de inverno com céu claro às 10h da manhã diminuiria de 6,3/1 para 3,6/1 (luminâncias de  $550 \text{ cd/m}^2$  na região mais próxima à janela a  $150 \text{ cd/m}^2$  no fundo da sala) com a implementação do novo *brise*. No verão, o nível de iluminação diminuiria drasticamente, passando de  $11.400 \text{ lux}$  próximos à janela para  $950 \text{ lux}$ . No fundo da sala a redução seria de  $3.000 \text{ lux}$  para  $550 \text{ lux}$ , valores muito mais próximos dos  $500 \text{ lux}$  recomendados para escritórios pela norma NBR 5413. No inverno haveria redução das iluminâncias de  $712,5 \text{ lux}$  para  $425 \text{ lux}$  próximos à janela, enquanto que no fundo da sala a redução seria mais sutil, com valores que passariam de  $187,5 \text{ lux}$  para  $125 \text{ lux}$ . Embora no fundo da sala deva haver complementação artificial da iluminação, os valores de iluminância na região próxima à janela seriam bem mais semelhantes ao recomendado por norma.

Esta proposta pode ainda não representar o melhor *brise* possível em termos de iluminação natural e de controle solar para a Assembléia, pois um *brise* mais adequado poderia ser feito caso os elementos

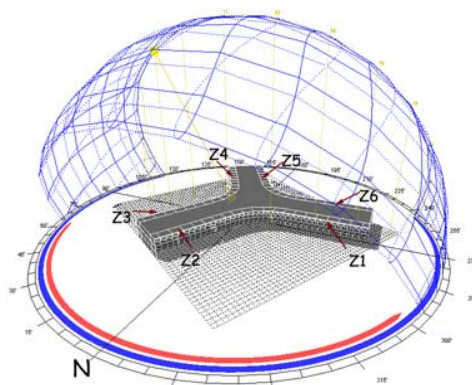
verticais fossem retirados das fachadas. Entretanto, este tipo de alteração seria inviável, pois descaracterizaria o desenho arquitetônico e a própria estrutura do edifício. O *brise* proposto está, portanto, bem próximo do ideal, permitindo melhor distribuição da luz natural, bloqueando o sol do verão sem influir no acesso solar no inverno e mantendo a concepção formal geradora do edifício, com mesmo ritmo da fachada e mesmos elementos estruturais (Figura 5-5).



**Figura 5-5: Brise proposto para a Assembléia**

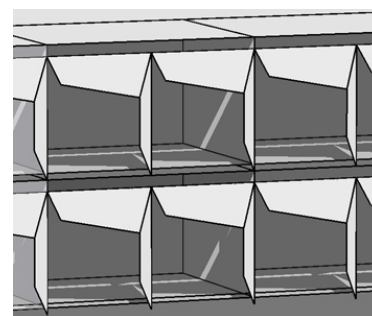
## 5.2 Prédio da Brasiltelecom (Antiga Telesc)

O prédio, concluído em 1976, foi projetado pelos arquitetos Moises Liz, Odilon Monteiro e Luiz Cassol e se localiza no bairro Itacorubi, na esquina da Avenida Madre Benvenuta com a Rodovia Ademar Gonzaga. O edifício é composto por três pontas com os *brises* acompanhando sua sinuosidade. O efeito plástico do *brise* é muito relevante neste projeto, porém sua eficácia é comprometida, uma vez que as esquadrias se abrem para seis orientações distintas, que exigem análises de seis zonas (intituladas Z1 a Z6) com o mesmo tipo de *brise* (Figura 5-6).



**Figura 5-6: Orientação N/NO da Brasiltelecom**

O *brise* é do tipo piramidal, conforme ilustrado na Figura 5-7. A máscara do *brise* para seis distintas orientações torna-se superdimensionada e ineficiente nos aspectos térmico e lumínico em mais da metade das orientações analisadas. Três orientações distintas foram, assim, escolhidas para exemplificar esse problema (Tabela 5-4). A Z3 (sudeste) apresenta sua máscara adequada bloqueando o sol indesejável do verão, já a Z4 (nordeste) apresenta uma eficácia reduzida em relação à Z3, pois bloqueia pouco o sol nos horários mais quentes, após as 10h da manhã.



**Figura 5-7: Brise piramidal**

Na fachada Z6 (sul) o *brise* apresenta-se superdimensionado, possivelmente afetando a iluminação natural, que será posteriormente investigada. A análise das máscaras nos conduz a outra investigação quanto à penetração solar e aos níveis de iluminação existentes.

A penetração solar nos ambientes é mais crítica no início e final do dia, das 8h (ilustrada na Tabela 5-5) até 10h e das 15h às 18h, tornando-se menor próxima ao meio dia. O sol quase não penetra na zona Z6 (orientação sul), como já foi constatado por meio da máscara acima, mostrando que o *brise* é desnecessário nesta fachada.

Tabela 5-4 Máscaras de 100% das Zonas Z3, Z4 e Z6 sobre a carta solar com o sol indesejável

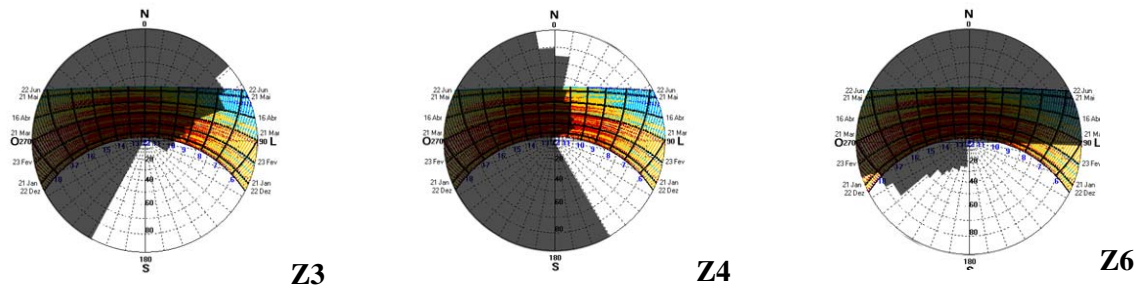
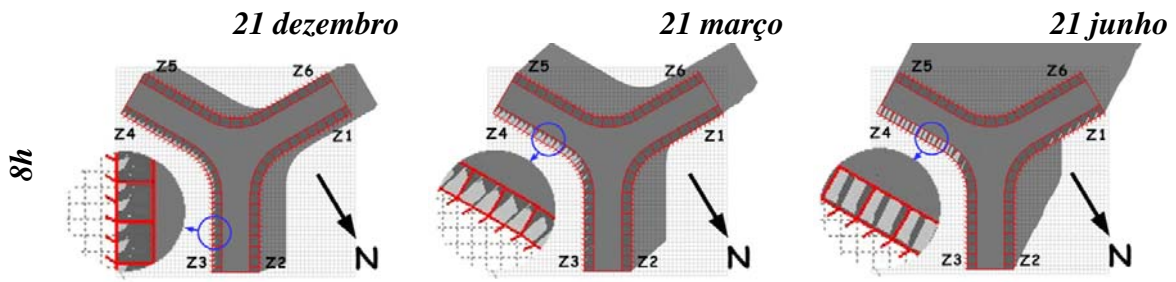


Tabela 5-5: Penetração solar proporcionada pelo *brise* piramidal da Brasiltelecom



A análise de iluminação natural foi realizada para céu encoberto e céu claro no dia 21 de junho às 8h para as três zonas exemplificadas (Tabela 5-6).

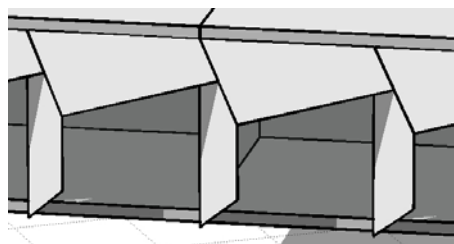
Tabela 5-6: Níveis de iluminação nas zonas Z3/Z4 e Z6, com céu encoberto e com sol

	<i>céu encoberto</i>	<i>céu claro (8h, 21/junho)</i>
Z3	<p>Lux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1406.25</li> <li>1218.75</li> <li>1031.25</li> <li>843.75</li> <li>656.25</li> <li>468.75</li> <li>281.25</li> <li>93.75</li> </ul> <p>93.75 lux</p> <p>468.75 lux</p>	<p>Lux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1875</li> <li>1625</li> <li>1375</li> <li>1125</li> <li>875</li> <li>625</li> <li>375</li> <li>125</li> </ul> <p>625 lux</p> <p>1875 lux</p>
Z4	<p>Lux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>937.5</li> <li>812.5</li> <li>687.5</li> <li>562.5</li> <li>437.5</li> <li>312.5</li> <li>187.5</li> <li>62.5</li> </ul> <p>187.5 lux</p> <p>937.5 lux</p>	<p>Lux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4687.5</li> <li>4062.5</li> <li>3437.5</li> <li>2812.5</li> <li>2187.5</li> <li>1562.5</li> <li>937.5</li> <li>312.5</li> </ul> <p>2187.5 lux</p> <p>4687.5 lux</p>
Z6	<p>Lux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>937.5</li> <li>812.5</li> <li>687.5</li> <li>562.5</li> <li>437.5</li> <li>312.5</li> <li>187.5</li> <li>62.5</li> </ul> <p>187.5 lux</p>	<p>Lux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>937.5</li> <li>812.5</li> <li>687.5</li> <li>562.5</li> <li>437.5</li> <li>312.5</li> <li>187.5</li> <li>62.5</li> </ul> <p>312.5 lux</p> <p>937.5 lux</p>

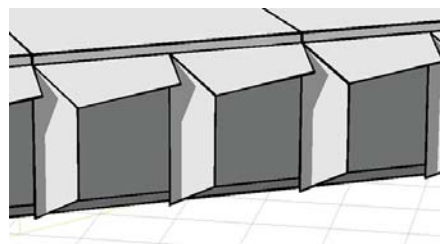
Observa-se que os níveis de iluminação ficam bem abaixo do valor preconizado pela norma em todas as orientações quando o céu é encoberto, indicando que o *brise* é muito fechado nestas situações. Na presença de sol, a Z3 apresenta níveis de iluminação adequados, já na Z4 os valores ficam muito acima dos valores da norma. Na Z6, mesmo na presença de um céu ensolarado, as iluminâncias continuam muito baixas, sendo necessária a iluminação artificial complementar durante o dia. Desta forma, são propostas melhorias para os dois *brises* inadequados das orientações Z4 e Z6, observando-se a adequação formal destas melhorias à forma original dos *brises*, sem prejuízo ao seu efeito plástico. O *brise* para Z4 foi reformulado, tendo sua posição “espelhada” em relação ao original e sendo mais fechado na sua parte superior para evitar a penetração do sol mais alto. O *brise* da Z6 teve suas dimensões reduzidas em um terço em relação ao original. Os *brises* propostos (Figura 5-8) obtiveram



as máscaras da Tabela 5-7. As duas máscaras ficaram mais apropriadas em relação à análise térmica. A máscara para a Z4 resultou mais eficiente para bloqueio do sol indesejável de verão a partir das 8h45min. A máscara para a Z6 manteve o bloqueio do sol indesejável do final da tarde do verão, porém permitindo maior penetração da luz natural.



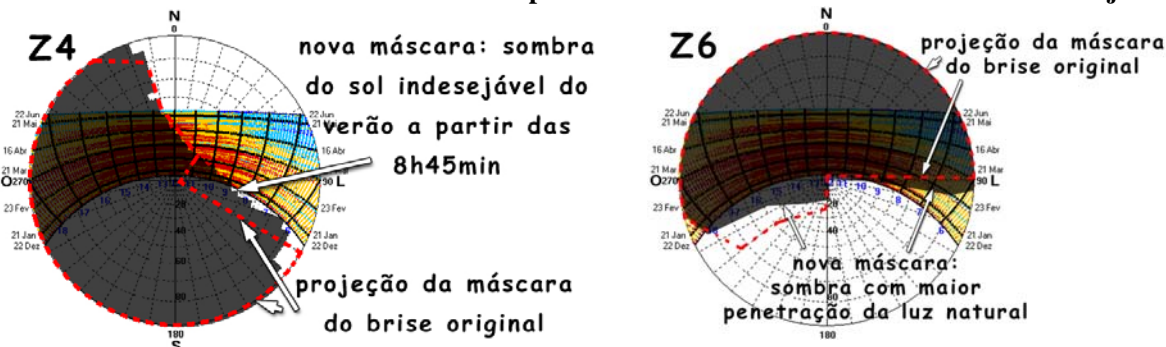
Z4 (brise espelhado e fechado na parte superior)



Z6 (reduziu-se 1/3 da profundidade)

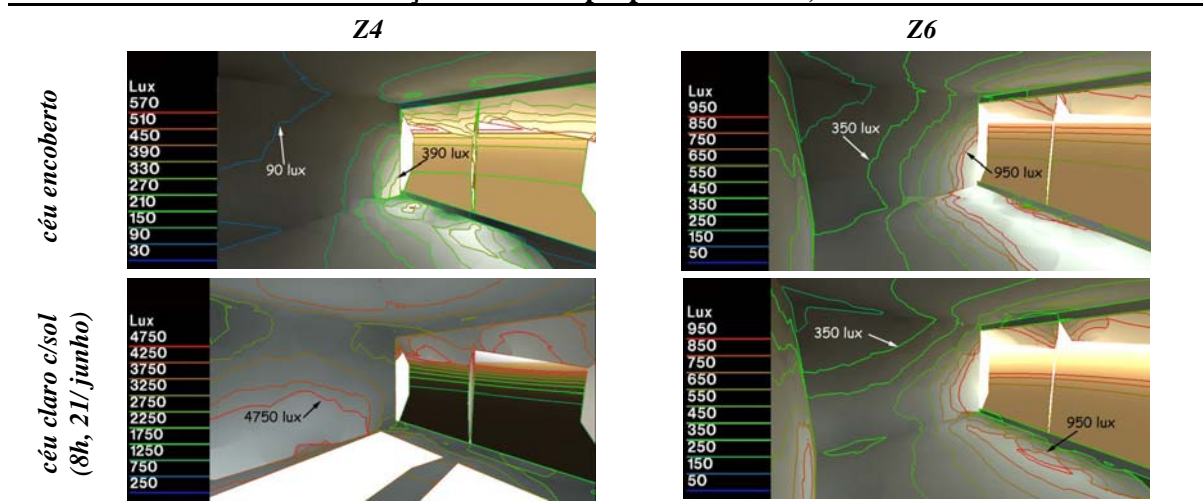
Figura 5-8: Alteração dos brises Z4 e Z6

Tabela 5-7: Máscaras de 100% dos brises para Z4 e Z6 sobre a carta solar com o sol indesejável



Com a análise feita com o programa *Radiance*, pôde-se verificar que a Z6 proposta resultou em níveis de iluminação bem melhores com céu encoberto, tendo valores que passaram de 187,5 lux para 350 lux. No dia 21 de junho às 8h da manhã (inverno) as iluminâncias nesta orientação ficaram dentro dos níveis recomendados por norma. Neste mesmo período, a zona Z4 começou a apresentar níveis de iluminação muito altos, maiores que na situação do brise original (Tabela 5-8).

Tabela 5-8 Níveis de iluminação nas zonas propostas Z4 e Z6, com céu encoberto e com sol



Fez-se necessário simular o brise da Z4 às 8h do dia 21/dez (verão), e compará-lo com o brise original no mesmo horário. Obteve-se uma situação mais favorável para o brise proposto (Tabela 6-1).

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho analisou diferentes tipos de brises em edifícios comerciais e públicos de Florianópolis. Este tema surgiu num momento em que a arquitetura das fachadas envidraçadas passou a ser um

paradigma não intencionalmente criado por Mies van der Rohe, mas copiado indiscriminadamente por todo o mundo, independente de clima, orientação e demais especificidades locais. A estratégia de sombreamento é imprescindível em locais de clima subtropical, como o de Florianópolis. As análises mostraram, entretanto, que na maioria das vezes o projeto de *brises* é inadequado às necessidades de insolação e iluminação dos ambientes. Os principais problemas observados foram: o excesso de envidraçamento nas fachadas, o uso de um único tipo de proteção solar para distintas orientações, o superdimensionamento de *brises* e a desconsideração do entorno imediato e da própria volumetria da edificação como potencial sombreamento complementar ao *brise*.

**Tabela 6-1: Iluminâncias dos *brises* original e proposto para a zona Z4 às 8h do dia 21/dez com sol**



Parte destes problemas poderiam ser evitados se os arquitetos e demais projetistas de proteções solares tivessem mais conhecimento sobre os limites de eficácia dos *brises* em relação aos aspectos térmicos e lumínicos simultaneamente. Os projetistas de proteções solares têm, atualmente, acesso a uma vasta gama de ferramentas de análise que tornam possível a avaliação prévia do desempenho destes elementos, alcançando resultados compatíveis às necessidades do ambiente. Conclui-se que o projeto de *brises* deve ser incorporado ao arquitetônico desde sua concepção, de forma a melhor compatibilizar a expressividade destes elementos na fachada à sua função bioclimática.

## 7. AGRADECIMENTOS

À UNISUL, pela bolsa de pesquisa concedida pelo Programa Unisul de Incentivo à Pesquisa (PUIP) e às pessoas que gentilmente cederam os projetos arquitetônicos dos edifícios analisados.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (1992). NBR 5413 - *Iluminância de interiores*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- BOESIGER, W.; Girsberger, H.; (1971). *Le corbusier 1910-65*. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- LabEEE (2007.a). *Analysis-BIO (programa para análise bioclimática de cidades brasileiras)*. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, UFSC, Florianópolis. Disponível em <http://www.labee.ufsc.br/software/analysisBIO.html>, acesso em 09/02/2007.
- LabEEE (2007.b). *Analysis-SOL-AR (programa para obtenção da carta solar e das rosas dos ventos para cidades brasileiras)*. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, UFSC, Florianópolis. Disponível em <http://www.labee.ufsc.br/software/analysisSOLAR.htm>, acesso em 09/02/2007.
- LECHNER, N., (2001). *Heating, cooling, lighting – design methods for architects* (second edition). John Wiley & Sons, USA.
- LIGHTING Systems Research Group (2007). *Radiance (Programa de simulação de iluminação natural e artificial, com renderização fotorrealista)*. Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, USA. Disponível em <http://radsite.lbl.gov/radiance/>, acesso em 09/02/2007.
- OLGYAY, V. (1963). *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*. 4th Ed., Princeton University Press, Princeton, New Jersey. USA.
- SQUARE One Research (2007). *Ecotetc v: 5.50 (Programa de simulação térmica, de iluminação, acústica e de geometria solar em edificações)*. Square One Research, Cardiff, UK. Disponível em: <http://squ1.com/>, acesso em 09/02/2007.