



UFSM

Dissertação de Mestrado

**O USO DO *BRISE-SOLEIL* NA ARQUITETURA
DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Caroline Pienes Weber

PPGEC

Santa Maria, RS, Brasil

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UFSM

Dissertação de Mestrado

**O USO DO *BRISE-SOLEIL* NA ARQUITETURA
DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Caroline Pienes Weber

PPGEC

Santa Maria, RS, Brasil

2005

**O USO DO *BRISE-SOLEIL* NA ARQUITETURA
DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

por

Caroline Pienes Weber

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil, Área de Concentração em
Construção Civil e Preservação Ambiental, da Universidade Federal
de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para
obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil**

PPGEC

Santa Maria, RS, Brasil

2005

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Engenharia Civil
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil na
Área de Conforto Ambiental**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**O USO DO *BRISE-SOLEIL* NA ARQUITETURA
DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

autora

Caroline Pienes Weber

Dissertação apresentada para exame
como requisito parcial para obtenção
do grau de **Mestre em Engenharia Civil**.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Joaquim César Pizzutti dos Santos (orientador)

Prof. Ph.D. Heitor da Costa Silva

Prof^a. Dr.^a Dinara Xavier da Paixão

Santa Maria, 20 de dezembro de 2005

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Joaquim Pizzutti dos Santos pela intensa motivação e incentivo a este trabalho, por sua orientação magnífica e pela grande amizade que obtivemos nessa caminhada.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Engenharia de Produção que contribuíram para o meu crescimento técnico e intelectual.

À Michelle Menezes e Vanessa Sari que me ajudaram em algumas etapas desta pesquisa.

A todos aqueles que me auxiliaram, respondendo o questionário e permitindo meu acesso a edifícios para o levantamento fotográfico.

À Patrick Trein pelo seu apoio incondicional na etapa final da pesquisa.

Ao meu irmão, Bruno Weber, pelo incentivo nas horas difíceis.

Ao meus queridos pais, Eloi e Rita Weber, pelo apoio, paciência e amor que tiveram comigo ao longo dessa caminhada.

À Cristo que sempre esteve ao meu lado, dando-me a força necessária para continuar e iluminando o melhor caminho a seguir.

Dedico este trabalho às pessoas que
são o meu porto seguro e que estiveram
ao meu lado durante toda a trajetória:
meus pais e meu irmão.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE TABELAS | ix |
| LISTA DE FIGURAS | x |
| RESUMO | xix |
| ABSTRACT | xx |
| | |
| 1.INTRODUÇÃO | 1 |
| 2.OBJETIVOS | 5 |
| 2.1 Objetivo Geral | 5 |
| 2.2 Objetivo Específico | 5 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 6 |
| 3.1 Arquitetura e Conforto Ambiental | 6 |
| 3.2 Radiação Solar | 11 |
| 3.2.1 Movimento Aparente do Sol | 13 |
| 3.2.2 Luz e calor | 16 |
| 3.3 Fechamentos Opacos | 17 |
| 3.3.1 Comportamento dos fechamentos opacos frente à radiação solar | 19 |
| 3.2.1 Trocas de calor através de fechamentos opacos | 22 |
| 3.4 Fechamentos Transparentes | 24 |
| 3.4.1 A janela..... | 25 |
| 3.4.2 Comportamento dos fechamentos transparentes frente à radiação solar..... | 28 |
| 3.4.3 Trocas de calor através de fechamentos transparentes | 33 |
| 3.5 Dispositivos de proteção solar | 34 |
| 3.6 Le Corbusier e o <i>brise-soleil</i> | 38 |
| 3.7 O <i>brise-soleil</i> e a Arquitetura Brasileira | 40 |
| 3.8 O <i>brise-soleil</i> e a eficiência ambiental | 44 |
| 3.9 O <i>brise-soleil</i> e o caráter da edificação | 48 |

| | |
|--|-----|
| 4. METODOLOGIA DE ANÁLISE | 53 |
| 5. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES | 56 |
| 5.1 O <i>brise-soleil</i> e os projetistas | 56 |
| 5.2 O produto <i>brise-soleil</i> | 64 |
| 5.2.1 Modelos de <i>brise-soleil</i> industrializados..... | 68 |
| <i>Inconylon</i> | 68 |
| <i>Fibrocell Indústria e Comércio Ltda</i> | 70 |
| <i>Brisas Luxalon</i> | 72 |
| <i>Sul Metais</i> | 81 |
| 5.2.2 Considerações gerais | 83 |
| 5.3 O <i>brise-soleil</i> na arquitetura da região central do Rio Grande do Sul | 85 |
| 5.3.1 <i>Brise-soleil</i> Vertical | 90 |
| <i>Prédio Ex-Reitoria da Universidade Federal de Santa Maria</i> | 95 |
| <i>Bate-bola</i> | 97 |
| <i>Ed. Buenos Aires</i> | 99 |
| <i>Biblioteca Central Manuel Marques de Souza</i> | 101 |
| <i>Macro-atacado Tischler</i> | 103 |
| <i>Salão de Atividades Múltiplas</i> | 104 |
| <i>Concessionária Toyota</i> | 106 |
| <i>Secretaria da Saúde</i> | 108 |
| <i>Ed. Romênia</i> | 109 |
| <i>Cine Independência</i> | 112 |
| <i>Secretaria da Fazenda</i> | 113 |
| <i>Ed. Mirador</i> | 115 |
| <i>Escola Franciscana São Vicente de Paulo</i> | 117 |
| <i>Banco do Brasil – Vera Cruz</i> | 119 |
| <i>Banco do Brasil – Santa Maria</i> | 121 |
| <i>Reitoria da UFSM</i> | 123 |
| <i>Colégio Franciscano Sant’ Anna</i> | 124 |

| | |
|---|-----|
| <i>Fórum</i> | 127 |
| <i>Prédio 53 – UNISC</i> | 129 |
| <i>Prédio 2 – Campus 1 – UNIFRA</i> | 131 |
| <i>Câmara Municipal de Vereadores</i> | 132 |
| 5.3.2 <i>Brise-soleil Horizontal</i> | 134 |
| <i>Constantino Pré-vestibular</i> | 136 |
| <i>Banrisul Agência Dores</i> | 138 |
| <i>Centro de Educação</i> | 139 |
| <i>Hospital Universitário de Santa Maria</i> | 141 |
| <i>Banco do Brasil – Santa Cruz do Sul</i> | 143 |
| <i>Prédio 35 – UNISC</i> | 145 |
| <i>Prédio 52 – UNISC</i> | 146 |
| <i>Estacionamento</i> | 148 |
| <i>Centro Integrado de Ensino Profissionalizante – CIEP</i> | 150 |
| 5.3.3 <i>Brise-soleil combinado</i> | 152 |
| <i>Instituto de Previdência do Estado – IPE</i> | 154 |
| <i>Centro de Tecnologia</i> | 155 |
| <i>Centro de Ciências Naturais e Exatas</i> | 159 |
| <i>Faculdade e Colégio Dom Alberto</i> | 162 |
| <i>Banrisul Agência Centro</i> | 165 |
| <i>Sest / Senat</i> | 168 |
| 5.3.4 <i>Considerações gerais</i> | 171 |
| 6. CONCLUSÕES | 173 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 175 |
| ANEXOS | 181 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------|---|----|
| TABELA 1 - | Valores de Coeficiente de Absorção específico de pintura | 20 |
| TABELA 2 - | Transmitância térmica para algumas soluções construtivas | 23 |
| TABELA 3 - | Fatores de Sombra para diferentes elementos de proteção | 31 |
| TABELA 4 - | Fator Solar para alguns tipos de superfícies transparentes..... | 32 |
| TABELA 5 - | Tipologias de <i>brises</i> industrializados | 67 |
| TABELA 6 - | Dimensões e afastamentos | 76 |
| TABELA 7 - | Descrição do produto | 78 |
| TABELA 8 - | Descrição do Brise B | 80 |
| TABELA 9 - | Classificação e análise dos <i>brises</i> 1 | 87 |
| TABELA 10 - | Classificação e análise dos <i>brises</i> 2 | 88 |
| TABELA 11 - | Classificação e análise dos <i>brises</i> 3 | 89 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|---|----|
| FIGURA 1 - | Aglomeração urbana em Casbash | 7 |
| FIGURA 2 - | Edifícios e agrupamento urbano típico de clima quente seco: aberturas pequenas e fechamentos com grande inércia térmica | 7 |
| FIGURA 3 - | Pueblo Bonito | 8 |
| FIGURA 4 - | Pueblo de Mesa Verde | 9 |
| FIGURA 5 - | Habitação típica de clima quente úmido | 9 |
| FIGURA 6 - | Varandas nas casas dos senhores de engenho | 10 |
| FIGURA 7 - | Fenômeno de absorção e reflexão da radiação solar na Terra | 11 |
| FIGURA 8 - | Lei do Cosseno | 12 |
| FIGURA 9 - | Gráfico do espectro solar | 13 |
| FIGURA 10 - | Posições da Terra em relação ao Sol | 14 |
| FIGURA 11 - | Azimute e Altura solar | 15 |
| FIGURA 12 - | Trocas de calor através de fechamentos opacos | 24 |
| FIGURA 13 - | Residência projetada por Le Corbusier | 27 |
| FIGURA 14 - | Obra de Mies van der Rohe | 27 |
| FIGURA 15 - | Trocas térmicas através de fechamentos transparentes | 33 |
| FIGURA 16 - | Exemplo de edificação com toldo | 36 |
| FIGURA 17 - | Esquema do <i>light shelf</i> | 37 |
| FIGURA 18 - | Exemplo de <i>brise-soleil</i> vertical (A) e horizontal (B) | 37 |
| FIGURA 19 - | Fachada sul do exército da Salvação (A) envidraçada na época da inauguração; (B) com a inserção de <i>brise-soleil</i> | 39 |
| FIGURA 20 - | Ministério da Educação e Saúde | 41 |

| | | |
|-------------|--|----|
| FIGURA 21 - | Obra do Berço | 42 |
| FIGURA 22 - | Associação Brasileira de Imprensa | 43 |
| FIGURA 23 - | Semi-esfera da abóbada solar imaginária com as trajetórias solares | 45 |
| FIGURA 24 - | Exemplo da variação possível de <i>brise-soleils</i> verticais para uma mesma máscara de sombra | 46 |
| FIGURA 25 - | Tipos básicos de protetores solares e suas projeções de sombra | 47 |
| FIGURA 26 - | (A) exemplo de <i>brise</i> aplicado como sobre-fachada (B) exemplo de <i>brise</i> saliente | 51 |
| FIGURA 27 - | (A) exemplo de <i>brise</i> como elemento de fachada (B) exemplo de <i>brise</i> caracterizando a composição plástica do volume | 51 |
| FIGURA 28 - | (A) exemplo de <i>brises</i> de vidro (B) exemplo de <i>brises</i> projetados especificamente para a edificação atuando como elemento de composição estética | 52 |
| FIGURA 29 - | Gráfico sobre a titulação dos projetistas | 57 |
| FIGURA 30 - | Gráfico a respeito do tempo de experiência dos profissionais entrevistados | 57 |
| FIGURA 31 - | Gráfico apresentando os projetos desenvolvidos pelos projetistas | 58 |
| FIGURA 32 - | Gráfico sobre a importância da orientação solar nos projetos arquitetônicos | 58 |
| FIGURA 33 - | Gráfico a respeito dos recursos mais utilizados como proteção solar..... | 59 |
| FIGURA 34 - | Gráfico apresentando o nível de conhecimento dos profissionais sobre <i>brise-soleil</i> | 60 |
| FIGURA 35 - | Gráfico sobre a preferência das tipologias dos <i>brises</i> .. | 60 |
| FIGURA 36 - | Gráfico apresentando a preferência na busca por informações sobre o <i>brise-soleil</i> | 61 |

| | | |
|-------------|--|----|
| FIGURA 37 - | Gráfico mostrando a fase em que o <i>brise-soleil</i> deve ser inserido | 62 |
| FIGURA 38 - | Gráfico apresentando as dificuldades de implantação do <i>brise-soleil</i> | 63 |
| FIGURA 39 - | (A) formato dos painéis (B) detalhe da estrutura dos painéis | 69 |
| FIGURA 40 - | Emprego do <i>brise-soleil</i> - (A) em prédios altos (B) no litoral | 69 |
| FIGURA 41 - | (A) tampas para diferentes tamanhos de painéis (B) exemplo de inserção dos <i>brises</i> da Inconylon | 70 |
| FIGURA 42 - | (A) Tamanhos dos painéis com espaçamento entre eles (B) detalhe do <i>brise-soleil</i> | 71 |
| FIGURA 43 - | Exemplo de <i>brises</i> inseridos afastados da fachada | 72 |
| FIGURA 44 - | Detalhe do painel 84R e porta-painel | 73 |
| FIGURA 45 - | (A) <i>brise</i> dentro do vão de abertura (B) exemplo de aplicação do <i>brise</i> como uma sobre-fachada | 73 |
| FIGURA 46 - | (A) <i>brise</i> perpendicular à fachada (B) exemplo de aplicação do <i>brise</i> nessa alternativa de montagem..... | 74 |
| FIGURA 47 - | Forma de instalação | 75 |
| FIGURA 48 - | (A) painel Termobrise (B) espaçamento entre os painéis | 75 |
| FIGURA 49 - | (A) detalhe do tratamento termoacústico do perfil (B) forma de instalação | 76 |
| FIGURA 50 - | Alternativas de montagem (A) vertical (B) horizontal . | 76 |
| FIGURA 51 - | Exemplo do Termobrise | 77 |
| FIGURA 52 - | Brise Cell | 77 |
| FIGURA 53 - | (A) forma de instalação (B) detalhe da ancoragem | 78 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| FIGURA 54 - | Exemplos da aplicação do <i>Brise Cell</i> | 79 |
| FIGURA 55 - | Três tipos de painéis | 79 |
| FIGURA 56 - | Modulação dos painéis e afastamento entre os mesmos | 80 |
| FIGURA 57 - | Forma de instalação | 80 |
| FIGURA 58 - | Exemplo de composição plástica do Termobrise | 82 |
| FIGURA 59 - | Exemplo de aplicação do <i>brise</i> BSM-84 | 83 |
| FIGURA 60 - | Mapa mostrando a região estudada | 85 |
| FIGURA 61 - | Exemplos de <i>brise-soleils</i> verticais | 90 |
| FIGURA 62 - | (A – F) Edificações com <i>brise-soleils</i> verticais | 91 |
| FIGURA 63 - | (G – M) Edificações com <i>brise-soleils</i> verticais | 92 |
| FIGURA 64 - | (N – R) Edificações com <i>brise-soleils</i> verticais | 93 |
| FIGURA 65 - | (S – V) Edificações com <i>brise-soleils</i> verticais | 94 |
| FIGURA 66 - | Vista do prédio da Antiga Reitoria | 95 |
| FIGURA 67 - | Vista dos <i>brise-soleils</i> verticais e inclinados | 96 |
| FIGURA 68 - | Vistas internas - (A) circulação do prédio (B) detalhe da fixação do <i>brise</i> | 96 |
| FIGURA 69 - | Vistas externas – (A) fachada frontal (B) fachada lateral | 97 |
| FIGURA 70 - | Vista interna – janelas próximas ao brise e reflexão da cor alaranjada | 98 |
| FIGURA 71 - | Vista externa do Ed. Buenos Aires | 99 |
| FIGURA 72 - | <i>Brise-soleil</i> protegendo as áreas de serviço | 100 |
| FIGURA 73 - | Vistas externas – (A) fachada Leste (B) detalhe dos <i>brises</i> verticais fixos | 100 |
| FIGURA 74 - | Vista externa da Biblioteca Central | 101 |
| FIGURA 75 - | Vistas externas – (A) <i>brise-soleil</i> da fachada Norte (B) <i>brise-soleil</i> da fachada Oeste | 102 |
| FIGURA 76 - | Vista interna da Biblioteca | 102 |
| FIGURA 77 - | Vista externa da fachada oeste | 103 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| FIGURA 78 - | (A) <i>Bris</i> es limitados por pilares e vigas (B) Presença de cortinas internas nas janelas | 104 |
| FIGURA 79 - | Vista externa do Salão de Atividades Múltiplas | 105 |
| FIGURA 80 - | Vistas externas – (A) <i>brise</i> limitado por moldura (B) fachadas Norte e Oeste respectivamente | 105 |
| FIGURA 81 - | Vista interna – precariedade na luminosidade, privacidade garantida e pouca visibilidade para o exterior | 106 |
| FIGURA 82 - | Vista externa da Concessionária Toyota | 107 |
| FIGURA 83 - | Vista externa (A) afastamento entre os painéis fixos (B) <i>brise-soleils</i> integrados na edificação | 107 |
| FIGURA 84 - | Vista externa da Secretaria da Saúde | 108 |
| FIGURA 85 - | Vistas externas – (A) fachada Norte (10°NE) (B) <i>brise-soleil</i> e vidro mini-boreal nas aberturas | 108 |
| FIGURA 86 - | Vistas externas – (A) Ed. Romênia (B) fachada Sul | 110 |
| FIGURA 87 - | Vista interna – janela da área de serviço e cozinha | 111 |
| FIGURA 88 - | Detalhes – (A) fixação entre os painéis (B) fixação dos painéis na estrutura metálica | 111 |
| FIGURA 89 - | Vista externa do Cine Independência | 112 |
| FIGURA 90 - | (A) vista interna do ambiente (B) detalhe da fixação dos painéis | 113 |
| FIGURA 91 - | Vistas externas – (A) fachada Norte (B) fachada Oeste | 114 |
| FIGURA 92 - | (A) <i>brises</i> perpendiculares à fachada (B) vista interna. | 115 |
| FIGURA 93 - | Vista externa do Ed. Mirador | 115 |
| FIGURA 94 - | (A) <i>brises</i> verticais móveis (B) fachada Oeste | 116 |
| FIGURA 95 - | Áreas de serviço protegidas pelos <i>brise-soleils</i> | 116 |
| FIGURA 96 - | Vista externa da Escola | 117 |
| FIGURA 97 - | Vista interna – uso de cortinas | 118 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| FIGURA 98 - | Detalhes - (A) abertura máxima dos painéis é de 45° (B) espaço entre os <i>brises</i> e as janelas | 118 |
| FIGURA 99 - | Vista externa do banco do Brasil | 119 |
| FIGURA 100 - | (A) vista dos <i>brises</i> verticais (B) detalhe da fixação dos perfis metálicos na laje (C) vista interna do Banco. | 120 |
| FIGURA 101 - | (A) Vista externa da edificação (B) vista da modulação dos <i>brises</i> | 121 |
| FIGURA 102 - | (A) vista interna da galeria (B) vista interna dos <i>brises</i> (C) detalhe dos painéis e guia metálica | 122 |
| FIGURA 103 - | Vista externa - (A) fachada Oeste (B) fachada Leste .. | 123 |
| FIGURA 104 - | (A) espaço entre <i>brises</i> e janelas (B) mobilidade dos <i>brises</i> (C) vista interna | 124 |
| FIGURA 105 - | Vista externa - (A) fachada Leste (B) fachada Oeste .. | 125 |
| FIGURA 106 - | (A) uso de cortinas e ar-condicionado nas salas de aula (B) quadro fechado saliente à fachada | 126 |
| FIGURA 107 - | (A) detalhe da guia metálica e alavanca (B) espaço entre painéis e janela | 126 |
| FIGURA 108 - | Vista externa do Fórum | 127 |
| FIGURA 109 - | Vista externa – (A) proteção dos <i>brises</i> contra o sol da tarde (B) cortinas e iluminação artificial | 127 |
| FIGURA 110 - | (A) afastamento entre painéis permite adequada ventilação (B) detalhe da estrutura metálica e dos painéis | 128 |
| FIGURA 111 - | Vista externa do Prédio 53 | 129 |
| FIGURA 112 - | (A) vista externa dos <i>brises</i> verticais móveis (B) vista interna das salas | 129 |
| FIGURA 113 - | (A) espaço entre painéis e janela (B) detalhe do acionamento manual para movimentar os <i>brises</i> | 130 |
| FIGURA 114 - | Vista externa do Prédio 2 | 131 |
| FIGURA 115 - | Vista interna – presença de cortinas | 131 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| FIGURA 116 - | (A) privacidade e visibilidade de acordo com necessidade do usuário (B) detalhe dos perfis encaixados nas guias metálicas | 132 |
| FIGURA 117 - | (A) vista externa do prédio da Câmara Municipal de Vereadores (B) vista externa dos <i>brises</i> verticais fixos | 133 |
| FIGURA 118 - | Exemplos <i>brise-soleils</i> horizontais | 134 |
| FIGURA 119 - | (A – F) – Edificações com <i>brise-soleils</i> horizontais | 135 |
| FIGURA 120 - | (G – I) Edificações com <i>brise-soleils</i> horizontais | 136 |
| FIGURA 121 - | (A) vista externa do Constantino Pré-vestibular (B) sombreamento dos <i>brises</i> horizontais e elementos verticais | 137 |
| FIGURA 122 - | Vista interna – cortinas e iluminação | 138 |
| FIGURA 123 - | Vista externa do Banrisul, agência Dores | 138 |
| FIGURA 124 - | (A) galeria entre os <i>brises</i> e aberturas (B) vista do <i>brises</i> fixos de concreto | 139 |
| FIGURA 125 - | Vista externa do Centro de Educação | 140 |
| FIGURA 126 - | (A) vista intern (B) detalhe da estrutura dos painéis | 140 |
| FIGURA 127 - | Vista externa - bloco com <i>brise-soleils</i> | 141 |
| FIGURA 128 - | (A) janelas altas com vidro canelado prejudicam luminosidade (B) privacidade garantida através dos <i>brises</i> | 142 |
| FIGURA 129 - | Vistas externas - (A) fachada frontal (B) fachada de fundos | 143 |
| FIGURA 130 - | Vista interna - (A) fachada Oeste – afastamento entre painéis proporciona luminosidade (B) fachada Leste – pouco afastamento entre lâminas compromete visibilidade e luminosidade, mas garante privacidade .. | 144 |
| FIGURA 131 - | Vista externa do Prédio 35 | 145 |
| FIGURA 132 - | Vista interna de uma sala | 145 |
| FIGURA 133 - | Detalhes (A) estrutura metálica (B) fixação painéis ... | 146 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| FIGURA 134 - | (A) vista externa do Prédio 52 (B) Sobreposição do beiral com o <i>brise-soleil</i> horizontal | 147 |
| FIGURA 135 - | (A) vista interna mostrando o uso de cortinas (B) detalhe da fixação dos painéis e estrutura | 147 |
| FIGURA 136 - | (A) vista externa do Estacionamento (B) vista interna do estacionamento | 148 |
| FIGURA 137 - | (A) detalhe do desgaste da madeira (B) painéis com problemas de empenamento | 149 |
| FIGURA 138 - | (A) vista externa do CIEP (B) fachada Leste | 150 |
| FIGURA 139 - | (A) vista interna de uma sala (B) <i>brises</i> metálicos anodizado (C) alavanca para movimentação dos painéis | 151 |
| FIGURA 140 - | Exemplos de <i>brise-soleils</i> combinados | 152 |
| FIGURA 141 - | (A – F) Edificações com diferentes tipos de <i>brise-soleils</i> | 153 |
| FIGURA 142 - | Vista externa do prédio do IPE | 154 |
| FIGURA 143 - | (A) grandes vãos do <i>brise</i> combinado e uso de cortinas e iluminação artificial (B) detalhe do <i>brise</i> engastado perpendicularmente nas vigas | 155 |
| FIGURA 144 - | Vistas externas – (A) fachada Leste com <i>brise-soleil</i> combinado (B) fachada Oeste com <i>brise-soleil</i> vertical | 156 |
| FIGURA 145 - | (A) vista interna da sala de aula (B) detalhe da guia metálica enferrujada por falta de manutenção | 157 |
| FIGURA 146 - | Vista interna – (A) escadas protegidas por <i>brises</i> (B) privacidade garantida (C) detalhe do <i>brise</i> combinado .. | 158 |
| FIGURA 147 - | Vistas externas – (A) fachada Leste (B) fachada Oeste | 159 |
| FIGURA 148 - | (A) detalhe dos <i>brises</i> (B) vista interna da sala de aula | 160 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| FIGURA 149 - | Vista externa – (A) painéis entre os pilares (B) módulos opacos e com <i>brises</i> | 161 |
| FIGURA 150 - | (A) vista interna da sala de aula (B) detalhe das placas horizontais | 161 |
| FIGURA 151 - | Vista externa – (A) fachada Norte (B) fachada Oeste.. | 162 |
| FIGURA 152 - | (A) vista interna (B) privacidade garantida pelos <i>brises</i> | 163 |
| FIGURA 153 - | Detalhe da alavanca que movimenta os painéis | 164 |
| FIGURA 154 - | (A) vista externa da fachada Oeste (B) vista interna do auditório | 164 |
| FIGURA 155 - | Detalhes - (A) alavanca de movimentação (B) painéis móveis | 165 |
| FIGURA 156 - | Vista externa do Banrisul Agência Centro | 166 |
| FIGURA 157 - | (A) afastamento entre os <i>brises</i> e as aberturas (B) galeria com abertura superior (C) detalhe da alavanca responsável pela mobilidade dos painéis | 166 |
| FIGURA 158 - | Guia metálica que prende os painéis | 167 |
| FIGURA 159 - | <i>Brises</i> horizontais compõem plasticamente a edificação | 168 |
| FIGURA 160 - | (A) fixação dos painéis na estrutura (B) fixação da estrutura nos montantes das janelas | 168 |
| FIGURA 161 - | Vista externa – (A) frente (B) lateral | 168 |
| FIGURA 162 - | <i>Brises</i> (A) vertical móvel (B) horizontal fixo | 169 |
| FIGURA 163 - | (A) <i>brises</i> inseridos abaixo da cobertura (B) detalhe da alavanca para movimentação dos painéis (C) vista interna da sala | 170 |
| FIGURA 164 | (A) vista externa do <i>brise-soleil</i> horizontal (B) <i>brises</i> horizontais não prejudicam a luminosidade e visibilidade (C) detalhe dos <i>brises</i> abaixo da cobertura | 170 |

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Maria

O USO DO *BRISE-SOLEIL* NA ARQUITETURA DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

AUTORA: CAROLINE PIENES WEBER
ORIENTADOR: DR. JOAQUIM CESAR PIZZUTTI DOS SANTOS
Data e local da Defesa: Santa Maria, 20 de dezembro de 2005

O *brise-soleil* é uma estratégia de projeto em resposta à necessidade de proteção contra a radiação solar excessiva, que pode causar desconforto pelos ganhos de calor e pelo descontrolado na admissão de luz natural. Além dessa função, esse elemento possui expressão formal que pode contribuir na definição do caráter da edificação. Este trabalho foi desenvolvido no contexto climático dentro da Região Central do Rio Grande do Sul, tendo como propósitos questionar o emprego desse elemento de controle solar por projetistas, avaliar a disponibilidade do produto *brise* disponível para a comercialização e apresentar e analisar diferentes tipologias de *brise-soleil* empregadas na arquitetura da região. A pesquisa parte da hipótese que o conhecimento a respeito do *brise-soleil* contribui na correta utilização deste, tanto como elemento de proteção contra a incidência de raios solares, quanto como elemento arquitetônico. Observou-se, a partir desta pesquisa os motivos da falta de utilização desse dispositivo por parte dos projetistas, além de apresentar limitações e potencialidades do *brise* industrializado e mostrar através de exemplares da arquitetura os aspectos relevantes que contribuem para a adequada inserção desse importante elemento de controle ambiental e arquitetônico.

ABSTRACT

Master Course Dissertation
Post-Graduation Programme in Civil Engineering
Federal University of Santa Maria

THE USE OF *BRISE-SOLEIL* IN THE ARCHITECTURE OF THE CENTRAL REGION OF THE RIO GRANDE DO SUL STATE

AUTHOR: CAROLINE PIENES WEBER
SUPERVISOR: DR. JOAQUIM CESAR PIZZUTTI DOS SANTOS
Place and Date of defence: Santa Maria, December 20th 2005

The *brise-soleil* appeared due to the protection need against excessive solar radiation, which can cause discomfort for the high heat and the disarray in the admission of natural light. Apart from this function, that element has got a significative formal expression, contributing in the formal composition of the architecture. This work was developed in the Central Region of the Rio Grande do Sul State, aiming at questioning the use of this type of external solar protector by architects and engineers, evaluating the readiness of the *brise* product for commercialisation, as well as presenting and analysing different typologies of *brise-soleil* employed in the region's architecture. The research has as hypothesis that the knowledge regarding the *brise-soleil* would contribute to its correct use, as much as an element of protection against the incidence of solar rays, as an architectural element in the formal composition of architecture. From this research, it was observed the real reasons for the lack of use of that device on the planner's part, besides presenting the limitations and potentialities of the industrialised *brise* and to show through examples from the local architecture the relevant aspects which contribute to the appropriate insert of this important environmental and architectural element.

1. INTRODUÇÃO

O Sol, fonte de vida e energia, é o responsável pela luz que proporciona cor e forma, e pelo calor que invade e aquece os espaços. A sua função benéfica para a vida no nosso planeta pode também assumir um papel nocivo, pois a radiação solar é a principal fonte de ganhos térmicos numa edificação e pode ainda causar desconforto pela disponibilidade excessiva de luz natural.

O homem criou seu abrigo com o objetivo de proteger-se das variações atmosféricas a fim de estabelecer um equilíbrio com o meio que vive. Sendo assim, a concepção da arquitetura deve levar em consideração as condições climáticas do local onde será inserida. O meio determina a edificação para que a arquitetura possa atender e satisfazer o ser humano.

Partindo desse princípio, o conhecimento a cerca do clima dá diretrizes para a criação de uma arquitetura completa e eficiente proporcionando satisfação funcional, estética e confortável para o homem.

A radiação solar merece destaque, pois tanto como fonte de calor quanto como fonte de luz, é um elemento importante na busca por eficiência energética das edificações. Cabe ao arquiteto compreender os fenômenos da radiação solar e encontrar soluções que proporcionem conforto visual e térmico aos usuários.

Os fechamentos transparentes são os maiores responsáveis pelas trocas térmicas na edificação. Isso ocorre porque os materiais existentes possuem pequena propriedade de absorver os inconvenientes das variações ambientais, oferecendo pouca proteção contra a radiação solar. Portanto, em caso de incidência solar exagerada, as aberturas envidraçadas necessitam ser protegidas para evitar a elevação da temperatura dos ambientes a níveis desconfortáveis, e reduzir os efeitos visuais inconvenientes, como o ofuscamento, causados pela intensidade da incidência da radiação do sol.

Segundo Koenigsberger et al (1977), são quatro caminhos pelos quais o projetista pode reduzir o ganho solar através das janelas:

- tamanho e orientação
- uso de proteções internas (cortinas ou persianas)
- vidros especiais
- proteções solares externas

Várias são as maneiras de sombrear as aberturas externamente, como abas, marquises, sacadas ou mesmo a própria vegetação do entorno do edifício, mas há um tipo especial de proteção solar externa, denominado *brise-soleil*, no qual está centrado o tema deste trabalho.

Este elemento de controle solar, também conhecido como quebra-sol, é composto por placas externas com a finalidade de impedir que os raios solares atinjam diretamente as superfícies das edificações, principalmente, as transparentes, controlando a quantidade de calor que penetra nos ambientes.

O *brise* destaca-se com o mais elevado percentual de redução de ganho solar entre os sistemas de proteção em uso. Paralelamente à proteção solar, esse dispositivo tem a capacidade de atender outras finalidades simultâneas como captar a ventilação, dar privacidade visual, refletir e distribuir a luz natural. Porém, dependendo da sua constituição, podem, enquanto protegem a insolação, comprometer as condições luminosas e visuais dos espaços internos.

Além de protetor contra a radiação solar, o *brise* é um elemento compositivo que interfere no caráter da edificação, pois sua aplicação passa a desempenhar um papel na composição da arquitetura. Segundo Olgyay (1957) *“o protetor solar tem sido, na face externa da edificação, um elemento de Arquitetura. E, porque este protetor é tão importante, uma parte da Arquitetura atual pode desenvolver uma característica de forma, como a coluna dórica.”* Assim, ao especificar as diversas combinações desse sistema, o projetista estará tomando partido também de decisões plásticas.

Sendo assim, essa pesquisa busca verificar o domínio da utilização do *brise* por parte dos projetistas, avaliar a inserção do dispositivo na arquitetura da região central do estado do Rio Grande do Sul e analisar o produto *brise-soleil* apresentando suas potencialidades e limitações.

Os dois primeiros capítulos tratam da introdução da pesquisa, apresentando o problema, os motivos da escolha do tema e os objetivos do trabalho.

A revisão bibliográfica, no terceiro capítulo, abrange, num primeiro momento, o estudo sobre a radiação solar e sua relação com os fechamentos opacos e transparentes. A seguir, o tema *brise-soleil* é abordado sob dois enfoques: como elemento de proteção solar e como elemento compositivo que interfere na definição do caráter da edificação.

O quarto capítulo apresenta a metodologia da dissertação que está dividida em três análises:

- 1) o *brise-soleil* e os projetistas;
- 2) o produto *brise-soleil*;
- 3) o *brise-soleil* na arquitetura da região central do estado do Rio Grande do Sul

O quinto capítulo apresenta os resultados e as discussões a respeito de cada abordagem.

A primeira análise foi realizada através de um questionário aplicado a oitenta arquitetos e engenheiros da região em estudo, que procurou avaliar o conhecimento desses profissionais a respeito do *brise-soleil*.

O segundo estudo analisou os tipos de *brises* encontrados para comercialização à disposição dos profissionais, buscando avaliar as dificuldades de aquisição e utilização deste dispositivo por parte dos profissionais.

A terceira análise abrange a obra arquitetônica como um resultado do conhecimento do projetista na aplicação do *brise-soleil*. Foi efetuado um levantamento das edificações que possuem o *brise* como elemento de proteção solar e composição plástica em oito cidades da região central do Rio Grande do Sul.

Nessas duas últimas análises foram considerados os seguintes aspectos: eficiência ambiental, plasticidade, privacidade, luminosidade, visibilidade, ventilação, durabilidade, custos de implantação e manutenção. De

acordo com Bittencourt (1988), a solução correta de um *brise* é fruto da combinação adequada desses fatores.

No sexto capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa com base no cruzamento das considerações obtidas nas diversas discussões dos resultados.

Ao final deste trabalho, projetistas terão maiores conhecimentos a respeito das potencialidades e limitações do emprego deste elemento de proteção solar, e terão a sua disposição subsídios para implantar um *brise-soleil* adequadamente, de acordo com os aspectos analisados nos *brises* industrializados e nos exemplares da arquitetura da região.

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Efetuar uma pesquisa exploratória na região central do Rio Grande do Sul a respeito da utilização do *brise-soleil* como elemento de controle solar e seu papel na definição do caráter arquitetônico da edificação.

2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar fundamentação teórica a respeito da proteção solar externa na melhoria das condições de conforto ambiental e na composição formal da arquitetura.
- Questionar junto a arquitetos e engenheiros a utilização do *brise-soleil* como dispositivo de proteção solar e ferramenta de projeto.
- Analisar os protetores solares externos do tipo *brise-soleil* disponíveis para comercialização.
- Apresentar e analisar os *brises* com exemplos empregados na arquitetura da região central do estado do Rio Grande do Sul

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Arquitetura e Conforto Ambiental

A utilização inteligente do sol nas edificações já data de milhares de anos. No período clássico, Vitruvius (1955), entendia a arquitetura como “*firmitas, utilitas y venustas*”, do latim: solidez, utilidade e beleza. Nesses três conceitos, além das noções de estrutura da edificação, materiais, componentes, funcionalidade e efeitos plásticos, pode-se observar a preocupação com o clima e orientação das habitações. O conforto ambiental já estava presente visto que as características térmicas, luminosas e acústicas de um ambiente denotam a funcionalidade do espaço e dos elementos construtivos utilizados. Ele próprio alega se, é verdade que a diversidade das regiões dependem dos efeitos diferenciados do céu sobre as pessoas daquele lugar, é claro que é uma escolha muito importante adequar os edifícios à natureza e ao clima de cada região, e que tal tarefa não é difícil, posto que a própria natureza nos ensina como devemos agir.

A arquitetura islâmica também pode ser citada como um exemplo de preocupação em adequação das habitações com o clima local. No norte da África, devido ao clima quente e seco – caracterizado por temperaturas altas durante o dia e baixas à noite – as edificações são dotadas de pátios, paredes espessas, com poucas aberturas e pintadas de branco. Do mesmo modo que as aglomerações urbanas assemelham-se a um amontoado de construções com circulações estreitas e muitas vezes sombreadas (Figura 1), expressando a preocupação em reduzir a exposição das habitações aos raios solares durante o dia, e da mesma forma, reduzir as perdas do calor acumulado, à noite. (Bittencourt,1988).

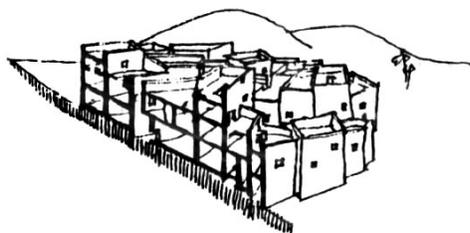


FIGURA 1 – Aglomeração urbana em Casbash, Argélia (Bittencourt, 1988)

O mesmo aspecto encontra-se em duas cidades da República do Iêmen. Os edifícios possuem vários andares para eliminar a radiação solar sobre os fechamentos horizontais e, também próximos entre si para evitar a insolação dos planos verticais (Figura 2). Durante o dia as condições térmicas dos locais dos pavimentos inferiores são sempre as melhores, mas à noite são praticamente inabitáveis. Dessa forma, ocorre a prática do nomadismo no próprio edifício: enquanto que durante o dia as pessoas utilizam o interior das edificações, à noite, principalmente no verão, reservam-se lugar para dormir nos terraços, os quais são protegidos por esteiras da radiação solar diurna. (Rivero, 1985).



FIGURA 2 – Edifícios e agrupamento urbano típico de clima quente seco: aberturas pequenas e fechamentos com grande inércia térmica (Rivero, 1985)

Outros exemplos encontrados na chamada arquitetura vernácula são as produções culturais denominadas *pueblos* que se desenvolveram no Sudoeste

dos Estados Unidos, a partir do século VI, numa região árida de extremos climáticos: verão quente e seco e noites frias no inverno.

Segundo Romero (2000) os *pueblos* são formados por habitações construídas com paredes grossas, dispostas em grupos de um modo cuidadoso, compactas, de vários andares e com teto de plano horizontal.

O Pueblo Bonito (Figura 3) possui forma semicircular e escalonada, voltada para o Sul, orientação que naquela latitude e hemisfério recebe o sol de inverno, favorecendo a incidência de raios solares nas unidades habitacionais. No lado Norte, há uma encosta que reduz a insolação no verão e os ventos de inverno vindos dessa orientação. (Bittencourt, 1988).

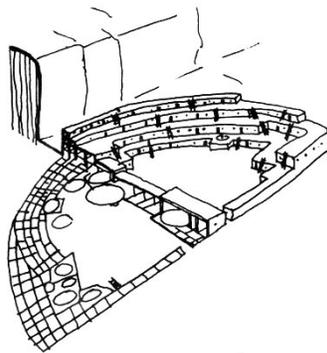


FIGURA 3 - Pueblo Bonito (Romero, 2000)

O mesmo ocorre com o Pueblo de Mesa Verde (Figura 4), encontrado no deserto do Colorado. Suas habitações também foram construídas nas encostas de pedra, sendo protegidas pelos raios solares no verão quando a inclinação é mais alta. Já no inverno, as unidades habitacionais eram aquecidas durante o dia pela baixa inclinação do sol. O calor armazenado na rocha nesse período era devolvido ao interior dos ambientes à noite, garantindo assim o conforto térmico. (Lamberts, 1997).

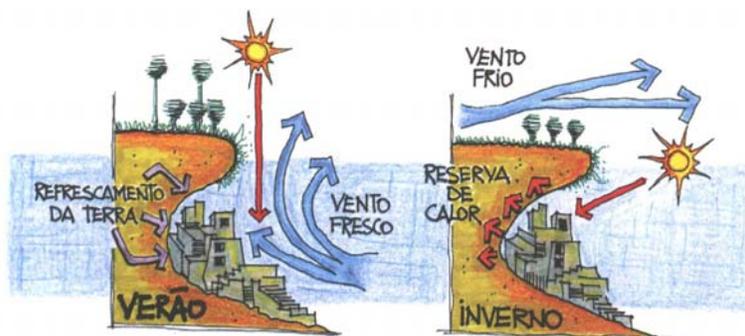


FIGURA 4 – Pueblo de Mesa Verde (Lamberts, 1997)

O clima tropical úmido, típico da região do Amazonas, possui como características a intensa radiação solar, a alta umidade e o grande índice de precipitações. Deste modo as habitações possuem soluções diferentes das encontradas nas regiões áridas de clima quente seco (Figura 5). Para atender ao equilíbrio térmico entre homem e ambiente, as habitações são elevadas do chão, sobre pilotis, para proteger-se das inundações e dos animais e favorecer a ventilação. A cobertura possui inclinação adequada que permita escorrer rapidamente as chuvas torrenciais, é opaca à radiação solar e com massa mínima para evitar a acumulação de calor. (Romero, 2000).



FIGURA 5 – Habitação típica de clima quente úmido (Rivero, 1985)

No Nordeste, encontra-se na arquitetura portuguesa, uma adaptação ao clima ensolarado da região. As casas dos senhores de engenho apresentaram

varandas que desempenhavam excelente papel de espaço de transição entre o interior e o exterior das edificações, funcionando como um ótimo protetor solar (Figura 6). Além disso, eliminavam, quase que totalmente, a insolação das paredes externas da habitação.

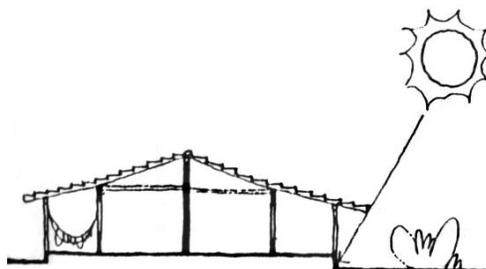


FIGURA 6 – Varandas nas casas dos senhores de engenho (Bittencourt, 1988).

Através desses exemplos pode-se perceber que um dos objetivos da arquitetura é proporcionar o máximo de satisfação possível às exigências de conforto térmico com base nos princípios de condicionamento natural. É imprescindível a adequação da arquitetura ao clima local para que ocorra o equilíbrio térmico entre homem e ambiente. Entretanto, este objetivo não pode ser alcançado com a incorporação de materiais ou dispositivos sobre um projeto terminado. As soluções para o condicionamento natural de uma edificação devem estar presentes na idéia original, integradas à concepção desde o início do projeto. Para que isto ocorra, se faz necessário o conhecimento das condições climáticas onde será inserida a obra. Este estudo é tão importante quanto o programa de necessidades do projeto. Deve-se conhecer as variáveis climáticas para que o projetista possa explorar adequadamente a sua arquitetura com o intuito de garantir o conforto dos usuários e a utilização racional da energia.

3.2 Radiação Solar

A radiação solar tem um papel fundamental na definição do clima e é um fator de grande importância na definição do projeto arquitetônico, pois influencia diversas decisões, tais como orientação de fachadas e aberturas, tipos de fechamentos transparentes e principalmente as proteções solares. Sendo assim, se faz necessário seu estudo nesta pesquisa.

De acordo com Romero (2000), o sol chega com uma intensidade quase invariável na camada externa da atmosfera, mas ao penetrar nela, incidindo sobre os gases e moléculas que a compõem, os raios sofrem processos de absorção, reflexão e difusão. Estes fenômenos modificam a quantidade de radiação direta que atinge a Terra, transformando uma grande parcela em radiação difusa. (Figura 7)

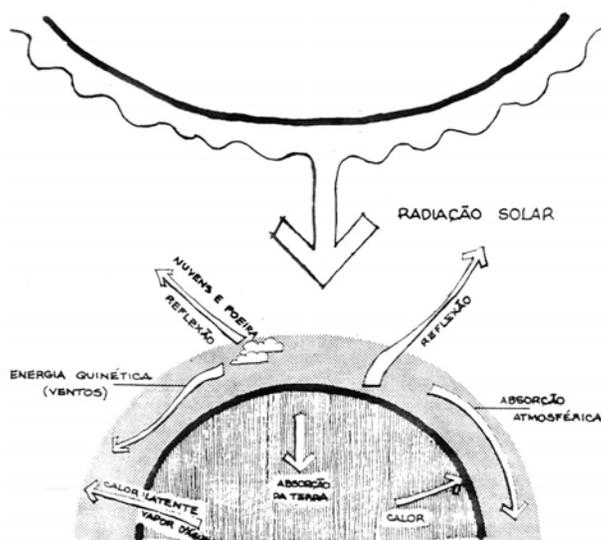


FIGURA 7- Fenômeno de absorção e reflexão da radiação solar na Terra (Romero, 2000).

Mascaró (1983) diz que a quantidade de radiação solar que penetra na atmosfera pode ser menor se a abóbada celeste estiver nublada ou parcialmente coberta por nuvens. Desse modo, a quantidade de energia refletida depende das

características locais de nebulosidade. Nas grandes elevações, por exemplo, que possuem uma massa de ar muito menor por cima delas, recebem com céu descoberto uma quantidade de insolação consideravelmente maior que os locais ao nível do mar.

Outro fator que influencia a quantidade de radiação solar que chega na superfície terrestre é a lei do cosseno (Figura 8), a qual estabelece que a intensidade de radiação incidente em uma superfície inclinada é igual à razão entre a intensidade normal e o cosseno do ângulo de incidência, explica Koenigsberger *et al* (1977). Isso explica as diferenças entre a intensidade do sol matinal e aquele do meio-dia, pois nas primeiras horas do dia as radiações incidem de forma inclinada sobre a superfície, enquanto ao meio-dia a direção das radiações é perpendicular, ocasionando uma maior concentração energética por área de superfície, (Bittencourt,1988).

$$\cos \beta = B / C$$

$$\text{Área } C > \text{Área } B$$

$$\text{Intensidade } C < \text{Intensidade } B$$

$$I_c = I_B \times \cos \beta$$

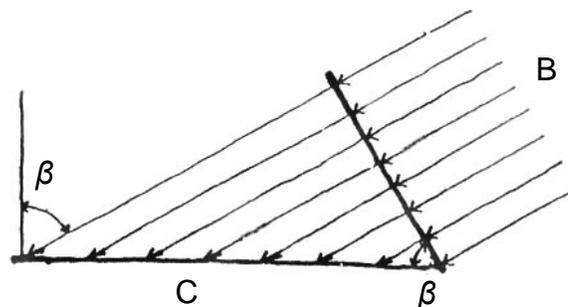


FIGURA 8 - Lei do Cosseno (Bittencourt, 1988)

A energia radiante emitida pelo sol se dá através de ondas eletromagnéticas que ao serem absorvidas pelos corpos da Terra é transformada em energia térmica ou calor. Essas ondas eletromagnéticas possuem diferentes comprimentos de onda divididos em três regiões: a ultravioleta, a visível e a infravermelha (Figura 9) (Romero, 2000).

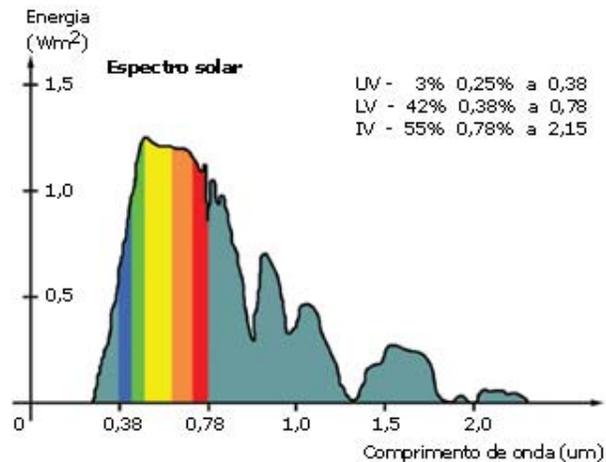


FIGURA 9 – Gráfico do espectro solar (www.arcoweb.com.br/tecnologia/tecnologia47.asp)

Segundo Mascaró (1991), uma pessoa ao ar livre está submetida a dois tipos de radiação diferentes:

→ Radiação ultravioleta, visível e infravermelha de onda curta, chamada de radiação solar (direta e difusa). Neste caso também se considera a radiação refletida pelo solo e entorno;

→ Radiação infravermelha de onda longa, chamada de radiação térmica, resultante da diferença de temperatura entre a superfície da pessoa e a dos objetos que a rodeiam, tais como o solo aquecido e os edifícios.

3.2.1 Movimento aparente do Sol

As quantidades de incidência solar variam em função da época do ano e da latitude. Para entender este fenômeno, deve-se examinar o movimento aparente do Sol em relação a Terra.

O centro de gravidade da Terra gira em torno do sol formando um plano elíptico (Figura 10). Essa trajetória é percorrida pelo planeta num plano inclinado de $23^{\circ} 27'$ em relação ao plano do equador. E é denominado *movimento de*

translação. É esta inclinação que define a posição dos trópicos, permitindo aos dois hemisférios terrestres (norte e sul) receberem quantidades diferentes de radiação solar ao longo do ano, caracterizando as estações. Além disso, o planeta possui um movimento em torno do seu eixo polar, *movimento de rotação*, responsável pelos dias e noites.

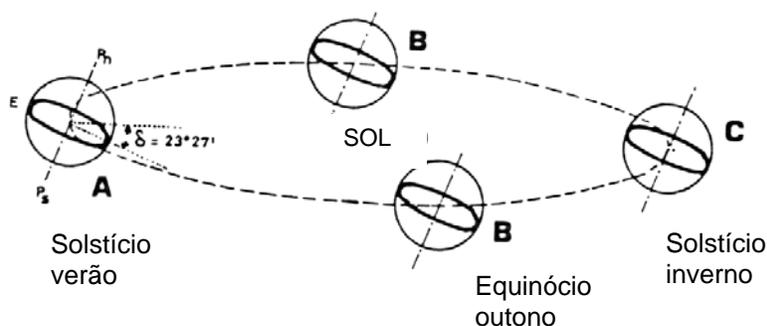


FIGURA 10 - Posições da Terra em relação ao Sol (Rivero, 1985).

Posição A – Solstício verão

Posição B – Equinócios primavera e outono

Posição C – Solstício inverno

A partir da latitude e longitude pode-se especificar a posição de um determinado local sobre a Terra. A latitude sempre é referida à linha do Equador, imaginando-se que cada ponto da superfície terrestre esteja contido num semicírculo paralelo ao Equador. Mede-se a latitude de 0° a 90° e diz-se que ela é Norte se estiver acima da linha do Equador, e Sul, se estiver abaixo. (Frota, 1995).

O controle exercido pela latitude sobre a insolação é muito importante, já que determina a duração do dia e também a distância que os raios oblíquos do sol tem que percorrer através da atmosfera.

Mascaró (1983, p.16) diz que “as temperaturas máximas da superfície da terra não se registram no Equador, como seria de se esperar, mas nos trópicos e nas regiões temperadas, pelo fato de que a passagem do sol sobre o Equador é relativamente rápida, no entanto, sua velocidade diminui à medida que se aproxima dos trópicos”.

Entre as latitudes 6°N e 6°S, os raios solares permanecem quase verticais por 30 dias. Enquanto que entre 17,5° e 23,5° de latitude, a permanência dos raios solares verticais é de 88 dias consecutivos no período de solstício. É por esse motivo juntamente com o fato de que nos trópicos os dias são mais longos do que no Equador, é a causa das altas temperaturas e do grande armazenamento de calor nessas regiões, bem como a disponibilidade de iluminação natural. (Mascaró, 1983).

Já a longitude não possui a mesma importância que a latitude levando-se em conta a influência sobre a incidência da radiação solar. Segundo Fitch (1972), a longitude se refere muito mais à localização e não ao clima.

Conforme Romero (2000), com o objetivo de determinar a direção da radiação é necessário localizar a posição do sol por meio de dois ângulos: azimute solar e altura solar, conforme a Figura 11.

O azimute solar é a medida angular tomada a partir da orientação norte do observador. Já a altura solar é o ângulo da posição do sol com relação à linha do horizonte, e se relaciona com a hora do dia. O sol, ao nascer, possui altura igual a zero, e aumenta esse valor gradativamente até atingir um máximo ao meio-dia. Após esse horário, o valor da altura solar passa a decrescer até igualar-se a zero novamente no pôr-do-sol.

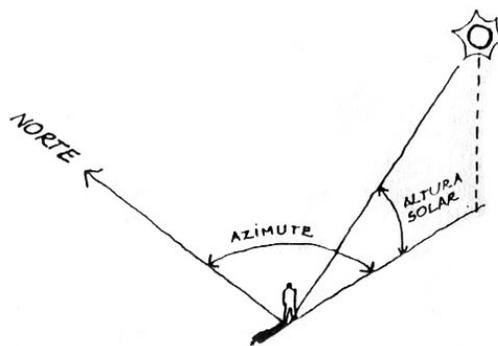


FIGURA 11 - Azimute e Altura solar (Bittencourt, 1988)

A radiação solar pode ser dividida em direta e difusa. A parcela que atinge diretamente o planeta é chamada de radiação direta e sua intensidade depende da *altura do sol* sobre o horizonte e do ângulo de incidência dos raios solares – *azimute* - em relação à superfície receptora (Rivero, 1985).

3.2.2 Luz e calor

A busca incessante pela brancura da luz e o uso excessivo do vidro começaram a partir do século XVIII com o pensamento racionalista. À medida que a afirmação do poder do pensamento, da razão e a sistematização da ciência iam se expandindo, os métodos dos projetos de arquitetura ficavam mais racionais. De acordo com Guadanhim (2002), esse processo de racionalização já havia sido exibido no Neoclassicismo, entretanto foi no Renascimento que se consolidou. Como consequência, observa-se na arquitetura a valorização dos aspectos técnicos da construção.

Em fins do século XIX começam as reflexões sobre a luz universal que refletiriam um inconsciente coletivo. As pessoas desejavam a transparência, a claridade e a luz como um desejo de resolverem o impasse criado pela Revolução Industrial, com a criação de guetos operários, onde não se tinha condição mínima de habitabilidade (Atem, 2003). A luz era considerada valor simbólico que pretendia livrar o mundo da escravidão do passado e procurar uma nova expressão arquitetônica que pudesse representar o espírito da época.

No início do século XX as idéias de universalismo começam a surgir. Ocorre o rompimento com a janela possibilitando uma luminosidade nunca antes percebida. Essa mudança radical aconteceu porque antigos processos de construção foram substituídos. Surgia a ossatura independente, o esqueleto - paredes e estruturas estavam desconectadas. A pele do edifício apareceu, chegando ao extremo de se tornar totalmente transparente.

A luz invadira todo o espaço uniformemente, eliminando a distinção entre exterior e interior. O edifício não era mais massa, perdendo sua capacidade de inércia térmica, de filtrar e evitar o ofuscamento luminoso, fazendo com que a luz e o calor, nem sempre desejados, entrassem por todos os cantos dos ambientes.

De acordo com Atem (2003), o uso da luz natural na arquitetura moderna possui aspectos positivos como o surgimento de uma nova postura para a iluminação do espaço interno e sua integração com o exterior e o aumento da luminosidade dos edifícios. Em contrapartida, aspectos negativos surgiram como a monotonia luminosa e o ofuscamento dos espaços internos, a tendência de dar às fachadas o mesmo tratamento, desconsiderando a orientação solar o que acarreta na elevação da carga térmica dos edifícios. Por fim, houve a pretensão de universalidade do modelo de utilização da luz natural.

Esse pensamento universalista se espalha por todos os lados, chegando a sítios com situação climáticas e luminosas inadequadas para o uso excessivo da transparência. Nos países quentes, uma imensidão de luz invadia os ambientes gerando desconforto, em relação à luz e principalmente em relação ao calor.

Sendo assim, houve a necessidade de introduzir elementos que sombreassem as aberturas exageradas. Mas tais dispositivos deveriam estar de acordo com os princípios modernos de modulação, padronização, industrialização e principalmente que fizessem parte da composição abstrata e funcional moderna. É nesse contexto e com o objetivo de barrar os raios solares, que surge o *brise-soleil*. Elemento que além de sua função na melhoria do conforto ambiental, influencia plasticamente no resultado final da edificação.

3.3 Fechamentos Opacos

A radiação solar é a principal fonte de energia, sendo dessa forma o principal fator de ganho térmico de uma edificação. Portanto, se faz necessário o

estudo de como a incidência de raios solares é transmitida através da envolvente do edifício. Segundo Lamberts (1997), as trocas de energia entre o meio exterior e interior ocorre através de dois tipos de envelopes construtivos: fechamentos opacos e os fechamentos transparentes.

Na busca por soluções frente aos problemas causados pela radiação solar, projetistas atuam com recursos da composição arquitetônica e através de conhecimento sobre as características dos fechamentos opacos.

Assim, a orientação do edifício é uma determinante de grande influência nas primeiras etapas de concepção do partido arquitetônico, segundo Rivero (1985). Esse fator permite selecionar os planos termicamente mais adequados para a função do espaço, sendo que a quantidade de radiação solar incidente nas fachadas varia segundo a orientação e a época do ano. Sendo assim, o mesmo volume de espaço interior pode ter diversas formas acarretando em diferentes comportamentos térmicos e visuais.

Outra questão da forma arquitetônica relaciona-se com a altura dos edifícios. As construções térreas recebem maior carga térmica por meio da cobertura. Já os sobrados, edificações com 2 pavimentos, os ganhos térmicos são equivalentes entre a cobertura e os fechamentos verticais, enquanto que os prédios mais altos, a radiação solar terá maior influência sobre os planos verticais do que sobre os horizontais.

De acordo com Rivero (1985), estão também participando desse grupo os dispositivos e elementos arquitetônicos, fixos e móveis, que possuem como objetivo principal controlar a radiação solar, de maneira a impedir sua incidência no verão e aproveitá-la na estação de inverno. Esses dispositivos serão tratados mais tarde.

A vegetação tem a capacidade de complementar os demais recursos utilizados para alcançar uma solução frente aos problemas da radiação solar. Conforme Romero (2000), este recurso tende a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos, reduzindo consideravelmente os extremos

ambientais, pois a vegetação auxilia na diminuição da temperatura do ar, absorve energia e favorece a renovação do ar.

3.3.1 Comportamento dos fechamentos opacos frente à radiação solar

De acordo com Romero (2000), a radiação solar pode ser absorvida e refletida pelas superfícies opacas sobre as quais incide. A parcela da radiação que é absorvida pode ser dissipada para o exterior ou para o interior segundo mecanismos de transmissão de calor.

Gonzalez (1986) afirma que a radiação solar afeta, em primeiro lugar, a superfície exterior dos materiais. O tratamento dessa superfície e a seleção dos materiais de revestimento, influenciam no comportamento térmico do edifício e podem ajudar a reduzir sua carga térmica.

Os materiais opacos se comportam de maneiras diferentes frente à incidência de raios solares, de acordo com seus coeficientes de absorção (α) e reflexão (ρ), que são características das superfícies dos materiais. Assim, uma parede de tijolos à vista com alto poder de absorção e baixa reflexão tem seu comportamento totalmente alterado quando pintada de branco. (Rivero, 1985).

Conforme Lamberts (1997), os coeficientes de absorção e reflexão caracterizam a primeira fase das trocas térmicas entre o material opaco e o meio exterior, em virtude da radiação solar incidente nesse fechamento.

A aplicação da cor sobre as superfícies externas do prédio, age como um filtro das radiações solares, influenciando, de acordo com seu índice de reflexão e absorção, as condições térmicas no interior da edificação (Rosado & Pizzutti, 1997). A Tabela 1 apresenta valores de α para algumas colorações.

TABELA 01 – Valores de Coeficiente de Absorção específico de pintura.

| Cor | Coeficiente de Absorção para radiação solar (onda curta) (α) |
|--|---|
| Branco | 0,2 – 0,3 |
| Amarela, laranja, vermelho-claro | 0,3 – 0,5 |
| Vermelho-escuro, verde-claro, azul-claro | 0,5 – 0,7 |
| Marrom-claro, verde-escuro, azul-escuro | 0,7 – 0,9 |
| Marrom-escuro, preto | 0,9 – 1,0 |

FONTE: Frota, 1995

Deste modo, pode-se concluir que, com relação à radiação solar (onda curta) o coeficiente de absorção será baixo para materiais claros e alto para os materiais escuros.

Após os raios solares terem incidido no fechamento opaco, ocorre um aumento da temperatura da superfície externa do mesmo. Sendo assim, pela diferença de temperatura dessa superfície com relação à superfície interna, ocorrerá uma troca de calor entre as duas. Essa situação simboliza a segunda fase do processo, caracterizada pela *condução*, que de acordo com Frota (1995), é a troca de calor entre dois corpos que estão em contato entre si e suas temperaturas são diferentes.

A intensidade do fluxo térmico envolvido nesse processo depende de duas variáveis: a *condutibilidade térmica do material* (λ) e a *espessura do fechamento* (e) em análise.

Segundo Frota (1995) a condutibilidade térmica é uma propriedade que depende da densidade do material, e expressa a capacidade de conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo. Dessa maneira, pode-se concluir que quanto maior o valor de λ , maior será a quantidade de calor transferida entre as superfícies.

Outra variável importante nesse processo é a *espessura do fechamento* (e). Sabendo-se a espessura de um fechamento, tem-se a possibilidade de calcular o

valor da *resistência térmica* (R) – propriedade do fechamento, e não do material, em resistir à passagem de calor.

$$R = e / \lambda \quad (\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W})$$

R – Resistência térmica
e – espessura do fechamento
 λ – condutibilidade térmica do material

Empregar materiais com condutibilidades baixas pode ser um dos mecanismos utilizados para reduzir as trocas de calor de um fechamento opaco, bem como construir fechamentos compostos, com a existência de uma câmara de ar, pois dentro dessas câmaras, as trocas térmicas passam a ser por convecção e radiação, em vez da condução.

Nas trocas por radiação, que ocorrem também nas superfícies do fechamento, a propriedade do material envolvida é a *emissividade* (ϵ), que segundo Rivero (1985), determina a quantidade de energia térmica que o mesmo estará emitindo ao meio que circunda por unidade de tempo. A radiação emitida pelos materiais é de onda longa, já que são corpos com baixa temperatura, sendo chamada de radiação térmica.

Segundo Lamberts (1997) a emissividade é uma característica da superfície do material emissor. Assim, tendo-se uma chapa metálica com emissividade de 0,20 e pintando-a com uma camada não muito fina (duas a três demãos) de tinta não-metálica de qualquer tipo, a emissividade da chapa será modificada, elevando-a para 0,90.

Nas câmaras de ar encontra-se também a troca térmica por convecção, sendo portanto trocas de calor entre dois corpos, um sólido e um fluido, nesse caso o ar.

Frota (1995) nos diz que, quando se trata de superfícies verticais, as trocas por convecção são ativadas pela velocidade do ar. Já no caso de superfície horizontal, é o sentido do fluxo que desempenha papel importante. Se o fluxo é ascendente, há coincidência entre o natural deslocamento ascendente das

massas com o sentido do fluxo. Entretanto, no fluxo descendente, o ar, aquecido pelo contato com a superfície, encontra nela uma barreira, o que dificulta a convecção.

3.3.2 Trocas de calor através de fechamentos opacos

A energia solar incidente sobre um fechamento opaco possui uma parte refletida e a restante absorvida pelos materiais que compõem o fechamento, conforme foi visualizado na Figura 09

A transmissão do calor absorvido através de um fechamento depende das características térmicas desse material, vistas anteriormente. Dessa forma, a combinação desses fatores influenciará os cálculos de transmissão térmica que possuem duas variáveis principais:

- Transmitância térmica (**U**)
- Fluxo total de calor (**q**)

A transmitância térmica avalia o comportamento de um fechamento opaco frente à transmissão de calor, ou seja, pode-se avaliar se um anteparo transmite mais ou menos calor que outro, e pode ser calculada através da seguinte equação:

$$U = 1 / R_t$$

U – transmitância térmica (W/m² °C)

R_t – resistência total

Os fechamentos compostos possuem várias camadas com materiais diferentes e a resistência total é a soma das resistências de cada uma das camadas.

Na Tabela 2, têm-se os valores de transmitância térmica para alguns tipos de fechamento opacos.

TABELA 2 – Transmitância térmica para algumas soluções construtivas.

| Parede | U (W/m ² °C) |
|--|-------------------------|
| Tijolo 6 furos – espessura = 12,5cm | 2,39 |
| Tijolo 6 furos – espessura = 17cm (deitado) | 2,08 |
| Tijolo 8 furos rebocado – espessura = 12,5cm | 2,49 |
| Tijolo 4 furos rebocado – espessura = 12,5cm | 2,59 |
| Tijolo maciço aparente – espessura = 9cm | 4,04 |
| Tijolo maciço rebocado – espessura = 12cm | 3,57 |
| Tijolo maciço rebocado – espessura = 26cm | 2,45 |

FONTE: Ghisi, 1994

Sabendo o valor da transmitância térmica do fechamento opaco o fluxo de calor que o atravessa é equacionada por:

$$q = U (t_e - t_i)$$

q – fluxo total de calor (W/m²)
 U – transmitância térmica (W/ m²°C)
 t_e – temperatura do ar externo (°C)
 t_i – temperatura do ar interno (°C)

Quando temos incidência da radiação solar sobre o fechamento, o fluxo de calor é incrementado, pois nesse caso, há um acréscimo na temperatura externa, resultando a *temperatura sol-ar* no cálculo do fluxo de calor, onde:

$$t_{\text{sol-ar}} = \alpha I_g R_{se} + t_e$$

Então o fluxo de calor pode ser equacionado pela fórmula abaixo e representado como mostra a Figura 12:

$$q = U (\alpha I_g R_{se} + t_e - t_i)$$

q – fluxo total de calor (W/m²)
 U – transmitância térmica (W/ m²°C)
 t_e – temperatura do ar externo (°C)
 t_i – temperatura do ar interno (°C)
 R_{es} – resistência superficial externa (m² °C / W)
 α – coeficiente de absorção da superfície
 I_g – radiação solar (W/m²)

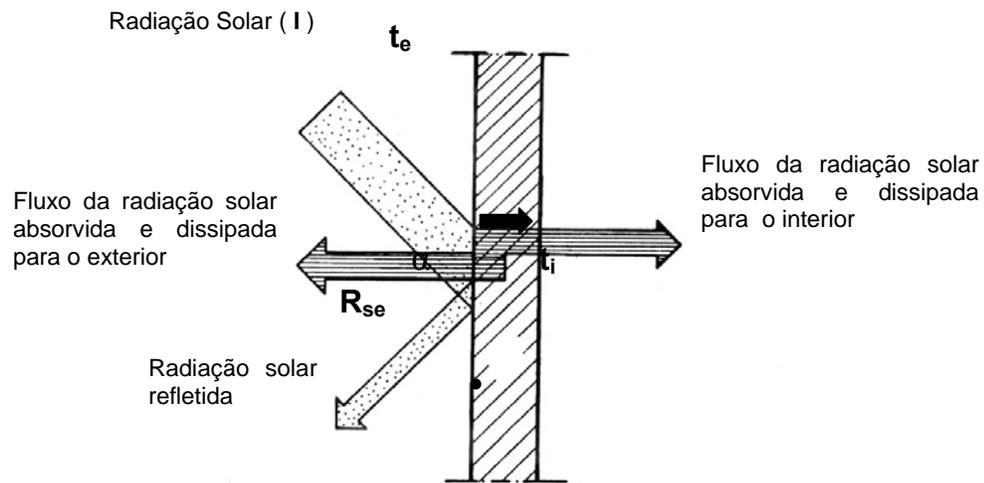


FIGURA 12 – Trocas de calor através de fechamentos opacos (Frota, 1995).

A intensidade da radiação solar (I_g), é obtida através da orientação e inclinação do fechamento, da latitude e longitude do local da edificação, do dia do ano e da hora do dia, e considerando-se diferentes tipos de céu: claro, semi-encoberto e encoberto. O valor de ganhos térmicos através dos fechamentos opacos será utilizado no cálculo da carga térmica do ambiente somado a outros valores obtidos pelas trocas de calor através dos fechamentos transparentes e translúcidos, da ventilação e ganhos térmicos internos.

3.4 Fechamentos Transparentes

A radiação solar é uma das condições externas que possui duas faces: pode ser benéfica, quando bem aproveitada, como também ser indesejável em determinadas condições. (Labaki & Caram, 1995). Considerando o conforto ambiental, a incidência dos raios solares no envoltório da edificação tem relação com o conforto térmico e luminoso, sendo a janela, através de seu fechamento

transparente ou translúcido – os vidros – a ligação que permite o fácil ingresso da radiação solar no ambiente interno.

3.4.1 A janela

Permitir a iluminação natural do espaço interno, renovar o ar e estabelecer uma conexão entre o exterior e o interior até chegar a criar a ilusão de um único espaço. Essas são algumas funções das janelas, além de atuar como um elemento de sintaxe arquitetônica muito apreciado pelos arquitetos.

De acordo com a citação de *Ciro Porondi* :

A janela, por sua vez, constitui um dos elementos de borde na arquitetura. Além de uma abertura na parede para a entrada de ar e luz, a janela é um elo sutil que, a uma só vez, significa fronteira e continuidade. Aquilo que possui dois lados indivisíveis, o que não é dentro nem fora. Ao contrário da porta, a janela é uma passagem não física, mas de olhar, da imaginação. (*Revista Projeto*, nº 125, 1989).

Para *Maragno* (2000) a janela esteve presente entre as preocupações compositivas referentes à forma, função e proporção e teve participação nas transformações da arquitetura ao longo da história. Seu estudo pode admitir três focos: aspectos funcionais que relacionam as necessidades, aspectos técnico-construtivos, relacionando as possibilidades e os aspectos formais que se referem aos significados.

As aberturas, na arquitetura da mesopotâmia, de clima quente e seco, eram de dimensões reduzidas em paredes muito espessas para obter o máximo possível de inércia térmica. Com clima mais ameno, a Grécia continha habitações que eram abertas para o Sol, numa busca física e simbólica. Por isso, suas aberturas eram condicionadas a orientarem-se para o sul.

Conforme Dutra (1994), na catedral gótica, os vitrais coloridos tomam conta das janelas, assim, as cenas bíblicas observadas contra a luz afiguram-se como um símbolo de divindade

De acordo com Barnabé (2000), mesmo antes que a Revolução Industrial criasse condições para mudanças profundas nas técnicas construtivas, o neoclassicismo propõe um culto à claridade e à racionalidade através de grandes superfícies de vidro, elementos inspiradores da cultura “iluminista”.

Entretanto, foi na Revolução Industrial que surgiram novos materiais, tais como o concreto armado e o aço, fazendo surgir uma nova arquitetura, de edifícios com grandes vãos e aberturas que podiam superar dimensionalmente os fechamentos opacos. (Lamberts, 1997).

O vidro passou a abranger superfícies cada vez maiores nas edificações devido à redução dimensional dos elementos portantes e sua separação dos elementos de vedação. Essa exacerbada utilização proporcionava transparência e integração visual dos espaços internos e externos, mas também ocasionava perdas de qualidades em relação ao conforto térmico e visual, antes oferecidas pelas paredes maciças com inércia térmica e a proteção solar. As técnicas naturais e estruturais de conforto ambiental estavam sendo esquecidas e substituídas por outras, mais artificiais, como a climatização e a luz artificial.

Houve a multiplicação das janelas nas fachadas dos edifícios, as quais muitas vezes fundiam-se em uma só. Le Corbusier defende a janela em fita: (Figura 13).

A janela é um dos elementos essenciais da casa. O progresso traz uma libertação. O concreto armado revoluciona a história da janela (...) a janela é o ‘elemento mecânico-tipo’ da casa; para todos os nossos alojamentos unifamiliares, as nossas casas, nossas casas operárias, nossos edifícios de aluguel...As fachadas são apenas frágeis membranas de paredes isoladas ou de janelas. A fachada

está livre; as janelas sem se interromperem, podem correr de um lado ao outro da fachada.¹



FIGURA 13 – Residência projetada por Le Corbusier

Mies van der Rohe também contribuiu para a disseminação do vidro na arquitetura. Suas janelas não eram limitadas apenas por um quadro, o fechamento superior e inferior eram o seu limite. (Maragno, 2000). A janela passou a constituir um plano total sem nenhuma barreira, proporcionando a integração visual entre o exterior e interior. O limite entre o ambientes era apenas uma película translúcida que confundia o usuário entre o que pertencia a ele e o que era parte da natureza do entorno (Figura 14).



FIGURA 14 – Obra de Mies van der Rohe

¹ Le Corbusier e P. Jeanneret, apud: BENÉVOLO, Leonardo. *História da Arquitetura Moderna*. São Paulo, Perspectiva, 1989.

No entanto, essa forma de projetar se disseminou, principalmente em virtude das facilidades tecnológicas que foram sendo incorporadas à arquitetura ao longo do século. Numerosos edifícios com suas fachadas cortinas, dominadas pelo vidro foram se alastrando por países com clima tropical e temperado, num total descontrole e despreocupação com a interferência dos agentes térmicos, principalmente a ação da radiação solar.

Com o objetivo de manter o conforto térmico necessário, apostou-se no condicionamento artificial, pois o conforto climático não era mais competência dos estudos arquitetônicos, mas sim um problema deixado a cargo das *artes mecânicas de manejo do entorno*. (Peixoto, 1994). E assim, *o vidro conquistou uma preferência universal* (Maragno, 2000), ao permitir a fluidez entre o exterior e o interior, de modo que as vantagens térmicas oferecidas pelos fechamentos opacos perderam a vez. A arquitetura se transformou em ícone, perdeu o senso de adequação climática, passando a representar apenas o que se referia a moderno e, mais tarde, ao contemporâneo.

3.4.2 Comportamento dos fechamentos transparentes frente à radiação solar

De acordo com Dutra (1994), as janelas possuem outras funções além da plástica, tais como:

- Ambientais – controle do fluxo de calor, fluxo de ar, penetração da chuva, radiação térmica, transmissão de som e luz.
- Segurança – possui bom desempenho estrutural e contra roubos, controle da propagação do fogo, evita a entrada de insetos, permite fuga no caso de incêndio ou assalto.
- Psicológicas – comunicação física e visual com o exterior.

Entretanto, considerando a função ambiental como principal assunto, pode-se dizer que os fechamentos transparentes de uma arquitetura, geralmente as janelas, são responsáveis pelas principais trocas térmicas de uma edificação.

Conforme Rivero (1985), os fechamentos transparentes podem ser considerados como um ponto fraco da envolvente do edifício por apresentarem alguns inconvenientes: elevada transmissão térmica (grandes trocas térmicas ocorrem nesses fechamentos), deficiências acústicas (deixam passar facilmente os ruídos) e custo, pois são mais caros que os fechamentos opacos. A elevada transmissão térmica acontece porque os vidros possuem, geralmente, alta transmitância térmica (U), ou seja são bons condutores de calor e permitem a transmissão direta da luz solar.

A radiação solar incidente num fechamento transparente pode ser absorvida, refletida ou transmitida para o interior, dependendo dos coeficientes de absorção (α), reflexão (ρ) e transmissão (τ) do vidro, (Lamberts, 1997).

Conforme Santos (2002), em climas quentes os elementos transparentes tem como principal objetivo a redução da transmissão da radiação solar e do ofuscamento interior, e, em períodos frios, a diminuição das perdas do calor interior.

Givoni (1976), diz que o efeito térmico das superfícies envidraçadas depende principalmente das propriedades espectrais dos vidros; a radiação solar de onda curta penetra através desses fechamentos e é absorvida nas superfícies internas provocando uma elevação da sua temperatura e a conseqüente emissão de radiação térmica (onda longa – até 10.000nm) para a qual o vidro é opaco. Dessa forma, pode-se dizer que a radiação solar que entrou facilmente no local, encontrou dificuldades para sair. Esse fenômeno chama-se *efeito estufa* que origina uma pronunciada elevação da temperatura dentro dos ambientes.

Com o objetivo de controlar a radiação solar de forma racional, admitindo quantidades corretas da luz natural e do calor solar, projetistas contam com os

mais variados tipos de elementos transparentes ou translúcidos que podem ser classificados conforme Santos (2002):

- Vidros
- Películas para controle solar
- Policarbonatos
- Acrílicos

Existem no mercado atualmente, os mais variados tipos de vidros, com capacidades distintas em absorver, refletir ou transmitir os diferentes comprimentos de onda da radiação solar. Isto depende das características ópticas do material, que variam com o ângulo de incidência e com o comprimento de onda da radiação.

Para especificar uma superfície transparente o projetista deve relacionar as características óticas do produto e o desempenho esperado da abertura para as suas diversas funções. As principais características das superfícies transparentes são:

- *Coefficiente de Sombreamento – Cs ou Fator de Sombra – Fs*

Segundo Santos (2002), o coeficiente de sombreamento serve para comparar o efetivo controle solar obtido por diferentes sistemas de aberturas ou combinações dessas com proteções solares internas e externas. Pode ser definido como a relação entre o ganho total da radiação solar de uma abertura externa e proteção solar qualquer, sob determinado conjunto de condições ambientais e de incidência da radiação solar, e uma abertura de referência, composta por vidro simples incolor (3mm), sob as mesmas condições.

A Tabela 3 apresenta valores de Fatores de sombra para algumas proteções solares.

TABELA 3 - Fatores de Sombra para diferentes elementos de proteção.

| Elementos de proteção | F _s ou C _s |
|---|----------------------------------|
| Persiana de cor clara | 0,60 |
| Persiana de cor escura | 0,80 |
| Persiana inclinada a 45° | 0,64 |
| Persiana fechada | 0,54 |
| Cortina de tecido de trama aberta | |
| cor clara | 0,30 |
| cor escura | 0,50 |
| Cortina de tecido de trama fechada | |
| cor clara | 0,70 |
| cor escura | 0,85 |
| Persiana madeira vertical | 0,08 |
| Persiana metálica vertical | 0,10 |
| Persiana de enrolar, fechada, deixando 5% de abertura | |
| cor clara | 0,80 |
| cor escura | 0,90 |
| Toldo 45° translúcido * | 0,36 |
| Toldo 45° opaco * | 0,20 |
| Toldo | |
| cor clara | 0,60 |
| cor escura | 0,80 |
| Brises horizontais | |
| cor clara | 0,50 |
| cor escura | 0,60 |
| Brises verticais | |
| cor clara | 0,40 |
| cor escura | 0,50 |

FONTE: Adaptado: Mascaró, 1991, Frota, 1995 e Lamberts, 1997.

* toda a abertura está sombreada

- **Fator Solar (F_s)**

Essa variável pode ser entendida como “a razão entre a quantidade de energia solar que atravessa a janela pelo que nela incide”. (Lamberts, 1997). Este valor varia conforme o ângulo da incidência da radiação solar e é característico de cada tipo de abertura. Quando se diz que o F_s é de 0,85, como no caso do vidro simples, significa que 85% da radiação solar incidente sobre a janela penetra no interior do ambiente em forma de calor. O fator solar pode ser calculado por:

$$F_s = (\alpha \cdot U \cdot R_{se}) + \tau$$

τ – coeficiente de transmissão
 U – transmitância térmica (W/ m²°C)
 R_{se} – resistência superficial externa (m² °C/W)
 α – coeficiente de absorção

Projetar aberturas com fatores solares baixos significa controlar a entrada de calor para o interior da edificação. Entretanto, deve-se cuidar para que a iluminação natural não seja reduzida proporcionalmente para evitar o uso de dispositivos artificiais que estabeleçam o conforto luminoso.

Na Tabelas 4 são apresentados fatores solares para alguns tipos de superfícies transparentes:

TABELA 4 - Fator Solar para alguns tipos de superfícies transparentes.

| Superfícies transparentes | Fator solar F_s |
|---------------------------|-------------------|
| Vidros | |
| Transparente simples | 0,87 |
| Transparente duplo | 0,75 |
| Cinza (fumê) | 0,72 |
| Verde | 0,72 |
| Películas | |
| Reflexiva | 0,25 – 0,50 |
| Absorvente | 0,40 – 0,50 |
| Policarbonato | |
| Claro | 0,85 |
| Cinza ou bronze | 0,65 |
| Tijolo de Vidro | 0,56 |

FONTE: Adaptado Lamberts, 1997

- *Transmitância da luz visível (Tv)*

Utiliza-se esse fator com o objetivo de relacionar a quantidade de radiação na região do espectro visível que é transmitida através do elemento transparente com o fluxo total de luz visível incidente. É levado em consideração o percentual de luz visível que entra, desconsiderando os percentuais dos diversos comprimentos de onda que compõem o espectro visível e as suas sensações luminosas (Santos, 2002).

3.4.3 Trocas de calor através de fechamentos transparentes

Antes de discutir as questões sobre os protetores solares externos, especialmente os *brises-soleil*, será estudado as trocas de calor nos elementos transparentes com o objetivo de averiguar os problemas térmicos que ocorrem nestes fechamentos.

Conforme Frota (1995), uma parede transparente exposta à incidência de radiação solar e sujeita a uma determinada diferença de temperatura entre os ambientes que separa, possui como exemplo de mecanismo de trocas térmicas a Figura 15.

Em virtude de que nos fechamentos transparentes tem-se a parcela transmitida diretamente para o interior (τ), a intensidade do fluxo térmico (q) que atravessa esse tipo de fechamento, deve incorporar a parcela que penetra por transparência (τI_g). Desse modo tem-se:

$$q = (\alpha \cdot U \cdot R_{se} + \tau) I_g + \Delta t \cdot U$$

q – fluxo total de calor (W/m^2)
 U – transmitância térmica ($W/ m^2\text{°C}$)
 α – coeficiente de absorção
 τ – coeficiente de transmissão
 I_g – radiação solar (W/m^2)

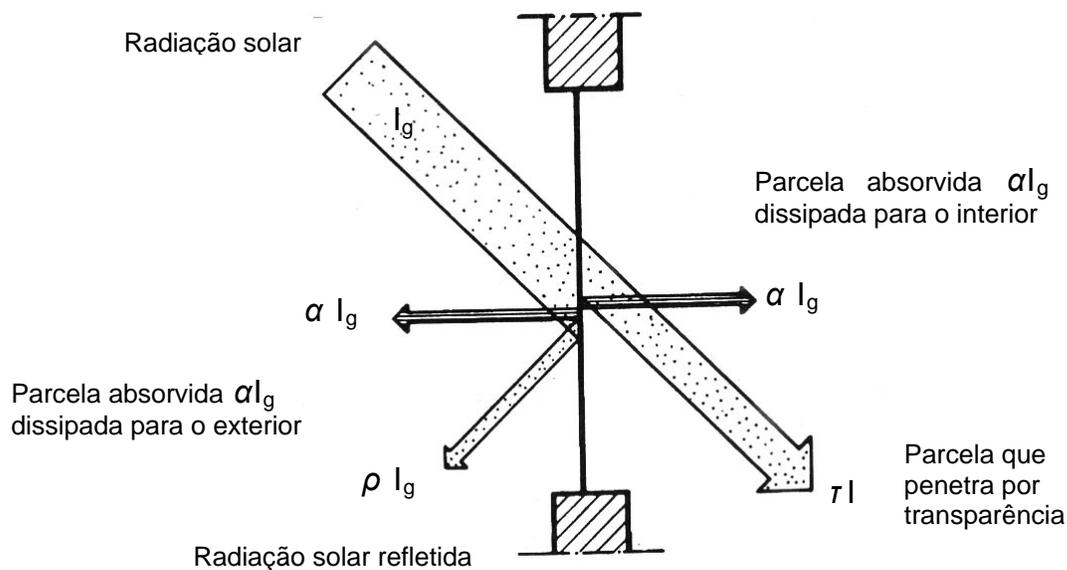


FIGURA 15 – Trocas térmicas através de fechamentos transparentes (Frota, 1995)

A parcela $U \cdot \Delta t$ refere-se às trocas de calor por diferença de temperatura e representa ganho quando $t_e > t_i$ e perda quando $t_i > t_e$. Já a parcela $(\alpha \cdot U \cdot R_{se}) + \tau$ refere-se ao *fator solar*.

Toda a análise precedente permite chegar à conclusão da problemática dos elementos transparentes, não constituindo uma solução apropriada, em determinadas situações, frente aos agentes térmicos do clima. Um dos papéis do arquiteto é saber controlar as superfícies envidraçadas de modo a atender suas funções de comunicação visual, iluminação e conforto térmico, tanto para a estação de inverno quanto para a do verão.

3.5 Dispositivos de proteção solar

Havendo necessidade de utilizar elementos de proteção solar, deve-se levar em conta primeiramente às condições climáticas da região. Através da análise do local, pode-se obter os dados fundamentais para estabelecer a quantidade e a qualidade de radiação solar mais adequada à atividade que será exercida no interior da edificação. Segundo Peixoto (1994), as fachadas orientam-se em virtude do clima, ou na direção do sol forte e duradouro, ou na direção do sol fraco e rápido, de acordo com sua necessidade.

Conforme Gonzalez (1986), para proteger os fechamentos transparentes da radiação solar direta, existem diferentes formas, sendo algumas delas as seguintes:

- orientar a edificação adequadamente, de modo que as aberturas não recebam a incidência solar direta;

- estudar o entorno onde se implantará a edificação para que possa estar protegida por elementos já existentes: outros edifícios, vegetação, etc. Isto é válido para prédios baixos;
- inserir dispositivos que protejam a entrada dos raios solares.

Mascaró (1991) diz que a eficiência de uma proteção solar na janela depende do seu desenho geométrico e da refletância do material que o constitui. A geometria determina a altura do sol sobre o horizonte cuja radiação deve ser barrada pelo fator de sombra.

Poler (1968) que também efetuou uma série de ensaios nos laboratórios da *Ford Foundation* com o objetivo de comparar a efetividade de distintas proteções solares, conclui dizendo que *“a situação mais lógica para colocar elementos de proteção solar deve ser a parte externa da edificação. Desta maneira o calor absorvido por estes elementos é emitido para a atmosfera e não ao interior do espaço”*. (Poler *apud* Gonzalez,1986, p.143).

De acordo com Danz (1989), um tipo de proteção solar referente ao entorno é a *vegetação*, uma forma natural e relativamente fácil de proteção para edificações baixas. Pode se fazer uso dela para sombrear e barrar a radiação solar em determinadas horas do dia, de maneira a diminuir a temperatura do ar próximo à edificação.

Com relação aos dispositivos externos que protegem as aberturas, uma tipologia conhecida é o *beiral*, que oferece possibilidades de proteção não apenas a uma ou outra janela, mas a pisos inteiros. Possuem a grande vantagem de não ocultar as visuais externas e permitem a incidência solar desejável. Sua utilização é justificada em fachadas Norte, onde o sol percorre horizontalmente a fachada durante todo o dia.

Composta por elementos que se unem para formar uma segunda parede, anteposta à fachada de vidro, existem os *cobogós*, que funcionam como um

excelente filtro do excesso de luz natural sem impedir a ventilação e a visibilidade do exterior. Geralmente, são constituídos em formas ortogonais, podendo admitir também outras tipologias, tais como: hexágonos, losangos, círculos, etc.

Uma outra alternativa para proteção externa é a utilização do *toldo*. É um elemento que não faz parte da construção em si e necessita de poucas exigências estruturais para a sua instalação (Figura 16). Constituído de material flexível e opaco, a eficiência de sombreamento depende do fator de transmissão do material opaco que o constitui, em relação à luz solar direta e difusa. Permite que seja recolhido quando não se faz necessário, fato que o torna bastante prático.



FIGURA 16 – Exemplo de edificação com toldo

O *light shelf* é um tipo específico de proteção solar que tem como objetivo garantir a redução de incidência da radiação do sol sem interferir na luz natural. É um elemento que divide a abertura em duas porções horizontais, sendo a superior destinada à iluminação e a inferior à visão e ventilação (Figura 17). Através desse sistema, a radiação solar é interceptada e a luz é redirecionada para o forro, dessa forma, o ganho de calor é reduzido e a luz natural é distribuída uniformemente no interior do ambiente, (Lamberts,1997). Pode ser feita de vários materiais, entretanto, a superfície superior deve ser constituída de material reflexivo, como espelho, alumínio ou outro material de alto polimento. Seu tamanho depende do ângulo solar.



FIGURA 17 – Esquema do *light shelf*

A proteção solar pode ser feita também através de soluções internas, sendo composto pelo grande grupo de *cortinas*, dos mais variados tipos. Podem mover-se horizontal ou verticalmente, ou mesmo girar, desde persianas graduáveis até painéis deslizantes. Seu desempenho é significativo em relação à luz, mas não ao calor, já que o material da cortina absorve a radiação solar e irradia para o interior, aquecendo assim o ambiente. De fácil instalação, manutenção e funcionamento, se combinadas a protetores externos, podem aumentar significativamente seu rendimento.

Por fim, a redução da ação direta do sol pode ser feita com o *brise-soleil*, um anteparo composto por uma série de peças, colocado em fachadas. Suas peças podem ser móveis ou fixas, dispostas na horizontal ou vertical (Figura 18). Além de seu aspecto funcional, possui ainda efeito decorativo, comportando-se como elemento de expressão plástica em muitas edificações.



FIGURA 18 – Exemplo de *brise-soleil* vertical (A) e horizontal (B)

3.6 Le Corbusier e o *brise-soleil*

Durante toda a década de vinte, o arquiteto Le Corbusier assumiu a transparência do muro, ou seja, utilizava em seus projetos grandes aberturas de vidro. Entretanto, a utilização limitava-se a ambientes de trabalho de artistas ou admiradores das artes. As janelas, nessas obras, eram voltadas para o Norte, orientação com mínima insolação no continente europeu e com iluminação mais adequada à função do ambiente. (Maragno, 2000).

De acordo com Peixoto (1994), no final da década de vinte, essa postura de Corbusier já havia mudado, fato observado na construção da Ville Savoye, do Pavilhão Suíço e do Exército da Salvação. As fachadas envidraçadas agora estavam voltadas para o Sul – equivalente a nossa orientação Norte – ocasionando sérios problemas térmicos, de isolamento acústico e visual nessas edificações.

O Exército da Salvação, projetado em 1929, é um bom exemplo desses problemas. A proposta original era de um edifício hermeticamente fechado por um envoltório de vidro abrangendo uma área de mil metros quadrados com condicionamento artificial de ar em seu interior. Este ar seria aquecido ou resfriado mecanicamente, conforme a necessidade. O sistema apresentou deficiências ambientais no interior do prédio, observadas principalmente na época do verão. (Boesigner & Girsberger, 1994).

Le Corbusier sofreu inúmeras críticas, e relutou por mais de um ano em rever seu projeto, até que as autoridades de Paris obrigassem a instalação de esquadrias móveis. Havia sido comprovado que o sistema não tinha sido capaz de atender aos requisitos térmicos e nem aos econômicos. Anos mais tarde, o edifício do Exército da Salvação recebeu a instalação dos *brises* (Figura 19).

A partir de 1930, Le Corbusier passou a perceber os grandes problemas ambientais causados pela abolição das paredes portantes. Com isso, teve que encontrar soluções alternativas para recuperar esses fechamentos, como

engrossar as membranas de vidro com protetores externos. (Maragno, 2000). Dessa forma surgiu o *brise-soleil*, como uma resposta às limitações e dificuldades causadas pelo uso da tecnologia e uma maior preocupação com o conforto ambiental.

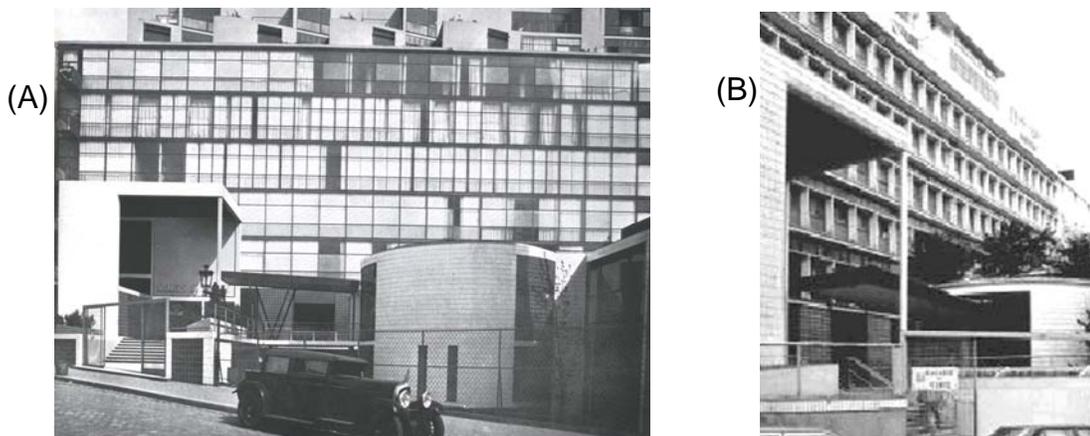


FIGURA 19 – Fachada sul do exército da Salvação (A) envidraçada na época da inauguração; (B) com a inserção de *brise-soleil* (Curtis, 1999).

A partir disso, o arquiteto projetou, em Argel na África, um edifício onde inseriu seus primeiros estudos a cerca dos *brise-soleils*, o qual, acabou não sendo construído. Uma grelha externa formada por lâminas horizontais e verticais podia evitar os excessivos ganhos de calor advindos do vidro, sem prejudicar a visibilidade ou o ingresso da luz natural.

A invenção do arquiteto, o *brise-soleil*, é fruto do reconhecimento do sol como um dado fundamental do projeto e demonstração do potencial de renovação ainda existente nas soluções estruturais.

A arquitetura de Le Corbusier passou a ter a presença constante dos *brises*. Talvez por isso a denominação em francês, *brise-soleil*, tenha sido adotada preponderantemente em todo o mundo. Curtis (1999) destaca que o *brise-soleil* foi

uma maneira de preservar a idéia da fachada livre mantendo a iluminação, reduzindo as radiações solares e diminuindo o ofuscamento.

O dispositivo inventado pelo arquiteto, acompanhou suas obras em suas viagens pela América do Sul, incluindo o nosso país. É através de Le Corbusier que nossa arquitetura conhece um elemento condizente com o nosso clima, por sua eficiência ambiental, e de presença marcante, por sua versatilidade plástica e formal na composição das edificações.

3.7 O *brise-soleil* e a Arquitetura Brasileira

A viagem de Le Corbusier ao Brasil, coloca o arquiteto em contato com a paisagem tropical e a processos e materiais tradicionais. Seu interesse pelas formas influencia no desenvolvimento de seu trabalho. Parece que todo aquele sol e luz tropicais, ao invés de cegá-lo, lhe abrem os olhos. Conforme Peixoto (1994), a arquitetura do mestre abandona a geometria regular em favor de linhas mais orgânicas, adequando-se à geografia local.

O clima do nosso país foi o fator determinante para a rápida incorporação do *brise-soleil* na arquitetura brasileira. Isso ocorreu porque desde o período colonial eram utilizadas soluções que atenuassem o rigor do clima tropical. Foram os colonizadores portugueses, influenciados pela arquitetura moura, que trouxeram elementos como: janelas com gelsias, muxarabis, alpendres, varandas, beirais avantajados entre outros. Tais soluções tinham como objetivo melhorar as condições de conforto térmico, prejudicada pela intensa insolação e elevadas temperaturas. (Bruand, 1981).

Em 1936, nos estudos para o Ministério da Educação e Saúde, no Rio de Janeiro, Le Corbusier deparou-se com uma questão: a visibilidade da paisagem exercida através de vidros versus a necessidade de controle da radiação solar.

Como solução ao contraponto existente propôs a utilização de um sistema que combinava seus estudos feitos para Barcelona e Argel, sugerindo a adoção do *brise-soleil*, o qual não tinha tido ainda a oportunidade de ver realizado. A partir da idéia inicial, arquitetos brasileiros responsáveis pelo projeto e liderados por Lúcio Costa, desenvolveram um sistema que combinava placas verticais fixas com horizontais móveis, constituindo na primeira utilização do *brise-soleil* em um grande edifício (Figura 20) (Maragno,2000).

O *brise-soleil* tornou-se um elemento presente e marcante na maior parte dos projetos de arquitetura em virtude da necessidade climática, do emprego de tradicionais elementos de atenuação da radiação solar e pela vinda de Le Corbusier para assessorar o projeto do Ministério da Educação e Saúde. A utilização do dispositivo iniciou no Rio de Janeiro, mas difundiu-se em pouco tempo para as demais regiões chegando a ser marca registrada da arquitetura brasileira do período de 30 a 55, conforme Olgay (1957).



FIGURA 20 – Ministério da Educação e Saúde

A necessidade de a arquitetura adaptar-se ao clima e a preocupação ambiental por parte dos arquitetos, tornou a utilização dos elementos de proteção solar mais constantes nos projetos durante quase três décadas. Este período também é conhecido como Escola Carioca, sendo o movimento inicial da arquitetura moderna brasileira. A busca pelo conforto ambiental difundiu-se e passou a estar presente na arquitetura moderna em todo país.

Neste mesmo período, Oscar Niemeyer e os irmãos Marcelo e Milton Roberto utilizaram o *brise-soleil* nos projetos da Obra do Berço concluída em 1939, (Figura 21) e Associação Brasileira de Imprensa, (Figura 22) respectivamente.

No prédio do ABI, os *brise-soleils* foram colocados nas duas fachadas orientadas para Norte e Oeste que corresponde ao percurso solar mais quente. Os protetores não atuam diretamente nas salas de trabalho, eles protegem galerias que percorrem o perímetro dessas fachadas, funcionando como antecâmara de atenuação do calor para o interior do edifício. (Segawa, 1997). Já o *brise* da Obra do Berço está presente na fachada Oeste do bloco mais alto, sendo composto por três faixas de lâminas verticais móveis de cimento amianto encaixado entre o avanço das lajes de piso e das laterais, constituindo-se elemento compositivo marcante na fachada. Essas duas obras, juntamente com o Ministério da Educação e Saúde, são consagradas como exemplares pioneiros na utilização em larga escala do *brise-soleil*.



FIGURA 21 – Obra do Berço

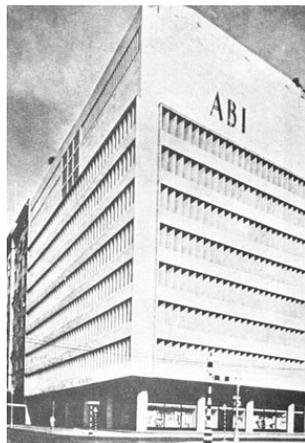


FIGURA 22 – Associação Brasileira de Imprensa (Mascaró, 1983)

A utilização do *brise-soleil* adquiriu abrangência nacional passando a ser adotado em diferentes regiões do país e incorporado em construções residenciais, comerciais e até mesmo industriais. De acordo com Peixoto (1994), havia uma imagem única do clima, da paisagem e da cultura nacional, mesmo com diferenças climáticas entre São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. A proteção solar esteve presente em grande parte dos projetos, evidenciando a importância do clima e permitindo que o *brise-soleil* fosse explorado como recurso de caracterização e valorização plástica do edifício.

Em meados dos anos 50, a intensa utilização do *brise* foi interrompida em virtude da reviravolta da arquitetura de Oscar Niemeyer explícita nos projetos de Brasília. O arquiteto, até então, havia sido um entusiasta na aplicação dessa ferramenta de projeto. A partir disso, a utilização do vidro sem proteção solar externa passou a ser cada vez mais incorporada nas edificações, evidenciando o fim do predomínio da corrente europeia corbusiana sobre a nossa arquitetura e dando início a uma nova fase com influência norte-americana.

Nessa fase, o arquiteto Mies van der Rohe destacou-se com suas torres de vidro que praticamente ignoravam o clima local. Seu formalismo *clean* foi seguido por vários profissionais que internacionalizaram sua concepção em regiões

impróprias para essa implementação, passando a constituir a forma aparente da arquitetura.

A crise do petróleo da década de 70, exigiu a revisão destes valores internacionais, que estabeleciam um consumo de energia enorme para o pleno funcionamento dos edifícios. Porém, mesmo com o despertar do mundo para a consciência da eficiência energética, as conseqüências desse período foram sentidas até recentemente, constatadas na displicência de alguns arquitetos com as questões de adequação climática do projeto e utilização adequada de elementos de proteção solar como o *brise-soleil*. Houve uma perda do domínio da técnica da aplicação do dispositivo com relação à proteção solar, iluminação natural e principalmente sua participação na composição arquitetônica das edificações.

3.8 O *brise-soleil* e a eficiência ambiental

O *brise-soleil* é um dispositivo de proteção solar externa muito versátil, pois é possível projetá-lo de infinitas formas e com diversas combinações. A função primordial desse elemento é impedir que a incidência da radiação solar direta atinja as superfícies verticais da edificação, principalmente as transparentes, interceptando os raios solares. Gutierrez (2004) afirma que o *brise* atua no controle e redução do ganho de calor solar, pois promove o sombreamento das superfícies por eles protegidos, dependendo fundamentalmente da orientação da fachada. Para Rivero (1985), embora o dispositivo seja mais utilizado nas superfícies transparentes, também é significativa a redução do aporte de calor nas superfícies opacas.

Segundo Fathy (1986), o *brise-soleil* é na verdade uma releitura da persiana, sendo seu desenvolvimento uma questão de escala, pois as dimensões

de suas lâminas são aumentadas, e sua aplicação foi estendida a toda a área das aberturas para a proteção de fachadas inteiras.

Esse tipo de proteção solar externa é constituído por lâminas geralmente paralelas, externas à edificação, e pode ser classificado pela sua posição (horizontal, vertical ou combinado), pela sua mobilidade (móveis ou fixos) e por sua expressão arquitetônica. Já com relação ao processo de definição do tipo de protetor solar a ser projetado, Bittencourt (1988) afirma que vários fatores merecem ser considerados, tais como: eficiência da proteção, plasticidade, privacidade, luminosidade, ventilação, visibilidade, durabilidade, custos de implantação e manutenção. A partir de uma adequada análise dos custos e benefícios obtidos pela combinação entre esses fatores se poderá apontar o tipo indicado para cada caso.

Entretanto, o primeiro passo no projeto de um *brise-soleil* é a definição do período (dias e horas) de proteção desejável. Para isso utilizam-se as Cartas Solares que são representações gráficas da projeção da trajetória do Sol em um plano (Figura 23). Como as trajetórias variam de acordo com a latitude do lugar, se faz necessário conhecer a latitude da cidade onde se quer implantar o *brise*. Através dessas informações é possível determinar a incidência solar nas diversas orientações com respectivas máscaras de sombra e, escolher o tipo mais adequado de *brise* para cada fachada. Conforme Maragno (2000), as máscaras permitem avaliar a obstrução proporcionada pelos protetores solares, sendo importante considerar que para cada máscara existe uma grande variação de *brises* que oferecem a proteção desejada (Figura 24).

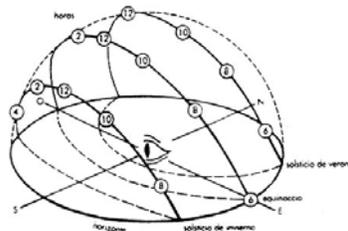


FIGURA 23 – Semi-esfera da abóbada solar imaginária com as trajetórias solares (Olgyay, 1998)

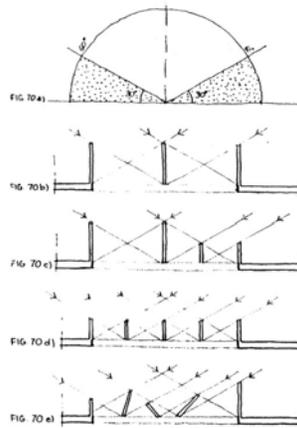


FIGURA 24 – Exemplo da variação possível de *brise-soleils* verticais para uma mesma máscara de sombra (Bittencourt, 1988).

De acordo com os estudos realizados por Bittencourt (1988) e por Olgyay (1963) os *brise-soleils* podem ser classificados em três tipologias básicas (Figura 25):

- *Brise Vertical* – é mais indicado para incidências oblíquas em relação à fachada.
- *Brise Horizontal* – é muito eficiente para grandes alturas solares. Não é indicado para as primeiras e últimas horas do dia. Se for utilizado para barrar raios baixos, pode ocorrer a obstrução da visibilidade ao exterior, redução de luminosidade e comprometimento da ventilação.
- *Brise Combinado* – é uma tipologia que une as características dos dispositivos verticais e horizontais. Muito eficiente para fachadas norte e sul em latitudes baixas em que os ângulos horizontais perpendiculares à fachada correspondem a ângulos verticais elevados, e os ângulos verticais mais baixos se situam em faixas de incidência oblíquas à fachada. Funciona como um filtro para o excesso de luz natural, sem impedir a ventilação e visibilidade ao exterior.

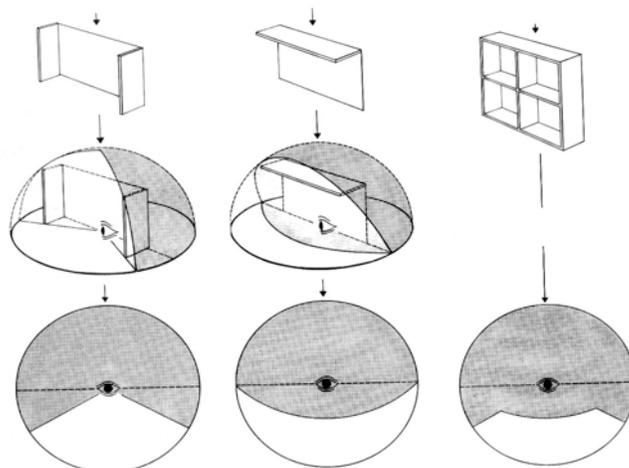


FIGURA 25 – Tipos básicos de protetores solares e suas projeções de sombra (Olgyay, 1963)

Segundo Givoni (1976), a principal classificação dos *brise-soleils* diz respeito à sua mobilidade, admitindo serem fixos ou móveis. O sistema fixo possui vantagens como a facilidade de instalação e manutenção, além de serem mais econômicos que o *brise* móvel. São mais indicados para fachadas com menores ângulos solares, como ocorre com a fachada norte. Normalmente, os *brises* fixos são projetados segundo estudos prévios, dispensando a intervenção de pessoas que podem não acertar a inclinação adequada do protetor móvel.

Já os *brises* móveis são constituídos de lâminas flexíveis que podem acompanhar o movimento do sol e as necessidades dos usuários de mais ou menos luz natural. Ao contrário do protetor fixo, os móveis possuem grandes utilidades para radiações com maiores ângulos de incidência, como ocorre com as fachadas leste e oeste. Segundo Maragno (2000), “os sistemas de controle devem ser de fácil utilização permitindo o acompanhamento da inclinação dos raios solares ao longo do dia ou para as diferentes estações do ano .”

Os *brise-soleils* podem ser construídos com os mais diferentes materiais e uma grande variedade de cores. Conforme Rivero (1985), os materiais se comportam de acordo com a radiação incidente, ou seja de acordo com o

comprimento de onda. Sua capacidade de absorver, refletir e transmitir a energia depende do material, da cor e da transparência desse elemento. Nesse caso, a utilização de cores claras potencializa a eficiência do dispositivo, pois estas possuem alto índice de reflexão, deixando de absorver o calor. Entretanto, a manutenção dos elementos é essencial para assegurar sua eficácia, e podem ocorrer problemas de ofuscamento dependendo do posicionamento do dispositivo.

O *brise-soleil* admite formas planas ou curvas e pode estar posicionado perpendicular ou inclinados em relação às fachadas. Atendendo aos determinados ângulos de sombra, permitem grande liberdade de criação por parte dos arquitetos, que poderão dispor o dispositivo segundo suas intenções compositivas.

3.9 O *brise-soleil* e o caráter da edificação

De acordo com Maragno (2000), o *brise-soleil* surgiu como novo elemento arquitetônico a ser utilizado para evitar o excessivo aporte térmico das superfícies transparentes, incorporando à composição arquitetônica um elemento de função ambiental e que, além de interferir na relação opacidade/transparência, incide substancialmente em sua definição do caráter da edificação. No mesmo sentido, Rivero (1985) afirma que os *brises* “*têm enorme transcendência na atividade criadora do arquiteto já que sua solução requer dispositivos ou proteções que pela sua forma, posição e cor, constituem muitas vezes o elemento fundamental da expressão exterior do volume.*” Entretanto, a liberdade criativa que os *brises* permitem devem estar de acordo com a funcionalidade dos mesmos, pois concessões ao puro formalismo podem conduzir a menor rendimento da proteção (Twarowski, 1967).

Para Mindlin (1999) embora “*qualquer tipo de brise-soleil possa ser considerado uma imitação dos velhos e tradicionais métodos de proteção contra o*

ofuscamento e o calor”, a linguagem desse novo elemento traz base científica na sua elaboração, avalia a necessidade de sombra e luz e passa a compor a estrutura da edificação. A forma e multiplicidade de soluções desse dispositivo definem texturas, planos, profundidade, ritmo e movimento, enfim, possui identidade e estética próprias.

O controle da radiação solar não constitui uma situação direta de causa e efeito em relação à forma, nem mesmo nas arquiteturas primitivas, pois segundo Mahfuz (1995), o arquiteto, no momento da escolha entre as diversas possibilidades formais, deve considerar outras dimensões da arquitetura, como as culturais, sociais e individuais, além de condicionantes como orientação solar, ventos e topografia que são impostos pelo local da implantação da arquitetura.

Porém, mesmo atendendo aos rigores técnicos no projeto e dimensionamento do *brise* em relação à sua função primordial – bloquear a incidência solar direta – ainda resta um espaço significativo para a liberdade criativa do arquiteto. Essa liberdade, que possibilita uma variedade de soluções, é um aspecto que se procura analisar nesse trabalho, considerando os fatores relacionados ao resultado arquitetônico conforme as seguintes categorizações: escala dimensional dos *brises*, incorporação do dispositivo ao conjunto arquitetônico, sua inserção na fachada e a importância do *brise-soleil* na composição formal.

A interferência na visualização do exterior a partir do ambiente interno baseia-se na escala dimensional dos *brise-soleils*, que podem ser, de acordo com Lam (1986):

- 1- Elementos de grande escala (ou da escala do edifício) – beirais, *brises* horizontais simples e duplos, *brises* verticais fixos, *lightshelf*;
- 2- Elementos de média escala – *brises* horizontais e verticais múltiplos, fixos e móveis;

- 3- Elementos de pequena escala (ou da escala dos componentes) – persianas, *brises* verticais múltiplos, fixos e móveis, *brises* combinados, cobogós.

Os elementos de grande escala constituem parte integrante da própria estrutura da construção e podem combinar-se com outros elementos. São mais duráveis e mais fáceis de manter. Os elementos de pequena escala tendem a ser mais frágeis e de mais difícil manutenção. Podem ser adicionados posteriormente a uma construção, mas devem preferencialmente fazer parte do conceito inicial do projeto. Quanto aos elementos de escala média, não são grandes o suficiente para moldurar janelas nem pequenos o suficiente para configurar uma textura única, no entanto seu uso, como um segundo envoltório, normalmente determina a linguagem predominante da arquitetura de um edifício.

Com relação à incorporação dos *brises* ao conjunto arquitetônico, Maragno (2000) considera as seguintes possibilidades:

- a- Elemento integrado ao todo;
- b- Elemento adicionado ao todo.

De acordo com o autor, entre esses dois extremos “*existem uma grande variedade de interpolações, que variam do maior ao menor grau de integração*”. Esses conceitos de integração e adição referem-se somente no estudo das características plástico-formais.

Os *brise-soleils* também se comportam de maneiras diferentes de acordo com sua inserção na fachada, podendo localizar-se no alinhamento da fachada, recuado, com saliências leves ou grandes, inserido dentro de um quadro de abertura ou como uma sobre-fachada, antepondo-se a uma ou mais faces do volume (Figura 26).

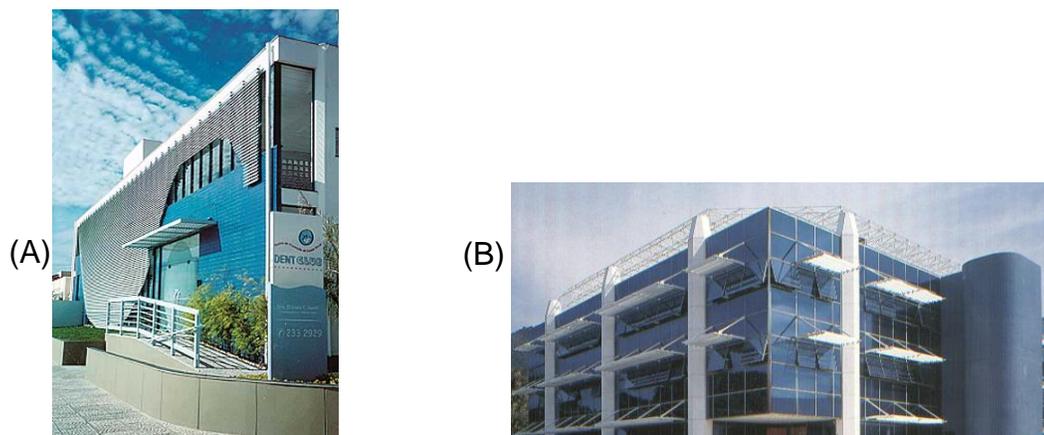


FIGURA 26 – (A) exemplo de *brise* aplicado como sobre-fachada (B) exemplo de *brise* saliente

Com relação à importância dos protetores solares externos na composição arquitetônica, os *brises* podem caracterizar totalmente a composição plástica da volumetria, podem também se apresentar como elemento predominante na definição de uma fachada, ou ainda podem ter uma participação discreta, constituindo um detalhe na fachada (Figura 27). Nesse último caso, geralmente os *brise-soleils* foram inseridos na fachada posteriormente para corrigir problemas térmicos que não foram pensados na fase de projeto.

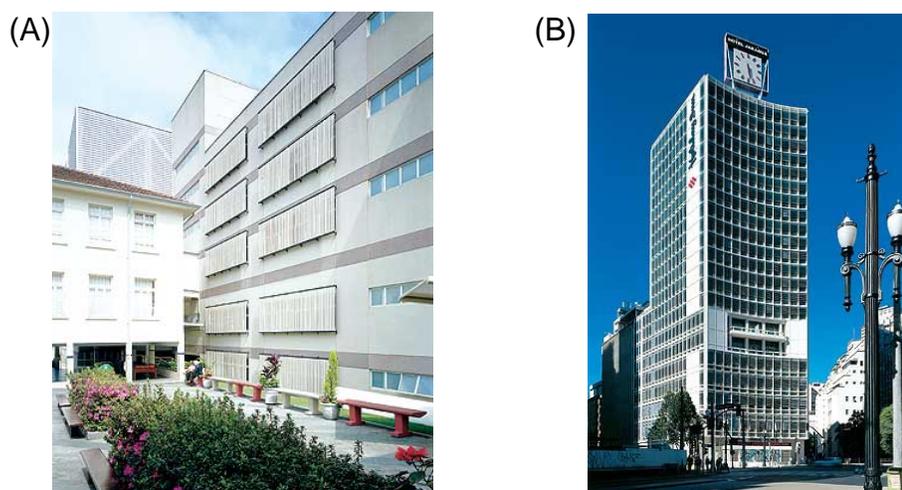


FIGURA 27 – (A) exemplo de *brise* como elemento de fachada (B) exemplo de *brise* caracterizando a composição plástica da volumetria.

Na primeira fase de utilização dos *brise-soleils*, sua expressão plástica era mais “pesada” e estava integrado de maneira quase total à estrutura principal. Esse fato ocorreu em virtude de que o elemento constituinte dos *brises* era o concreto armado. A Obra do Berço e a ABI são exemplos da produção brasileira dessa fase.

A partir dos anos 90, a introdução de lâminas metálicas industrializadas, bem mais leves e esbeltas, contribuiu para a alteração na configuração dos *brises*, oferecendo uma nova leitura arquitetônica dos edifícios. Atualmente, outros tipos de materiais, como os plásticos e os vidros, estão sendo incorporados na constituição dos dispositivos (Figura 28(A)). Além de materiais, novas idéias de aplicação do *brise-soleil* surgem demonstrando a criatividade do projetista na busca pelo conforto térmico da edificação (Figura 28(B)).

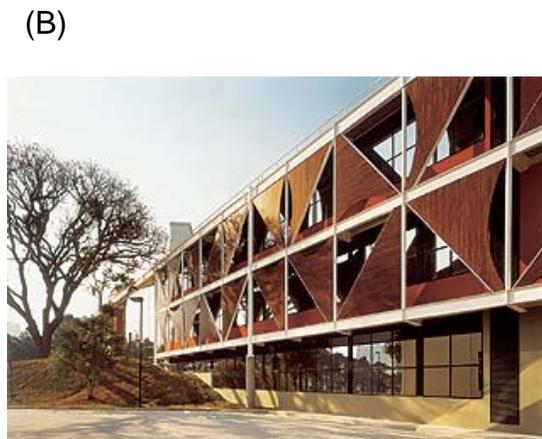


FIGURA 28 – (A) exemplo de *brises* de vidro (B) exemplo de *brises* projetados especificamente para a edificação atuando como elemento de composição estética.

4. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A incidência de raios solares através de aberturas (janelas) de uma edificação, altera as condições de iluminação e o conforto térmico no interior do edifício. Com o propósito de impedir luminosidade excessiva – que compromete as condições de conforto visual – e reduzir a quantidade de radiação solar direta – que promove o acréscimo de temperatura do ar no interior do ambiente, projetistas têm buscado maneiras de solucionar esses problemas. Uma delas é o uso de *brise-soleil*, um tipo de protetor solar externo que possibilita melhorar o conforto térmico e visual no interior do ambiente.

Poucas edificações possuem a utilização correta do *brise-soleil*. Muitas vezes, este elemento não atende as necessidades de melhorar o conforto térmico nos edifícios, passando a ser mero elemento estético que compõe a fachada. Esse problema ocorre tanto pela falta de desenvolvimento de protetores solares externos adequados e compatíveis com as necessidades climáticas de uma determinada região, quanto pelo desconhecimento por parte dos projetistas com relação à correta inserção dos *brise-soleils* como elemento ambiental e arquitetônico na volumetria da edificação.

Com o propósito de verificar a adequação do uso de *brise-soleil* e apresentar melhorias possíveis, visando sua ampla aplicação na arquitetura da região central do Rio Grande do Sul, a pesquisa apresenta como metodologia o estudo do *brise-soleil* em 3 enfoques:

- 1) o *brise-soleil* e os projetistas;
- 2) o produto *brise-soleil*;
- 3) o *brise-soleil* na arquitetura da região central do estado do Rio Grande do Sul

O primeiro estudo questiona junto a arquitetos e engenheiros, a utilização do *brise* como ferramenta de projeto na busca pelo conforto

térmico. Foram aplicados a 80 projetistas um questionário com 13 questões, avaliando o conhecimento sobre a utilização de protetores solares, o *brise-soleil* e sua adequada utilização. Verificou-se, também, quais os problemas que esses projetistas vêm encontrando na especificação desse dispositivo.

No estudo seguinte, o produto *brise-soleil*, referindo-se aos protetores de radiação solar disponíveis no mercado para o consumidor, serão divididos em 3 categorias de acordo com seu perfil de sombra (Olgay, 1963):

- Verticais
- Horizontais
- Combinados

Entretanto, Givoni (1976) considera a mobilidade a principal classificação dos *brise-soleils*, deste modo cada categoria acima é subdividida em fixos e móveis.

A partir dessa classificação, os *brises* serão analisados com base nos estudos de Bittencourt (1988), que afirma que no processo de definição do tipo de protetor solar a ser projetado, alguns fatores merecem ser considerados:

- Eficiência ambiental – nesse aspecto é analisado se o *brise-soleil* apresenta condições de exercer adequadamente a função de elemento de controle da radiação solar.
- Plasticidade – como um elemento arquitetônico, o *brise-soleil* contribui na composição formal da edificação. Sendo assim, nesse item é analisado o resultado plástico/formal sa obtido pelo dispositivo.
- Privacidade – analisa a capacidade do *brise* contribuir na privacidade dos espaços internos.
- Luminosidade – de acordo com as características do dispositivo e pela maneira como foi inserido na edificação, é possível avaliar a iluminação natural dos ambientes.

- Visibilidade – estuda a interferência do protetor solar na visão dos espaços externos à edificação.
- Ventilação – analisa o comprometimento da ventilação natural pela inserção do *brise-soleil* sobre uma abertura.
- Durabilidade – conforme as características técnicas e construtivas do dispositivo, é possível avaliar a vida útil do *brise-soleil*.
- Manutenção – apresenta a forma correta de manter o *brise-soleil* para que este dispositivo seja durável.
- Custo da implantação – definido como alto, médio e baixo, de acordo com o material utilizado e forma de execução.

A mesma classificação e análise é efetuada com os *brise-soleils* na arquitetura da região central do Estado, terceira e última parte desse trabalho. Foram visitadas as seguintes cidades da região: Santa Maria, Julio de Castilhos, Cruz Alta, Santa Cruz do Sul, Vera Cruz, Candelária, Cachoeira do Sul, Caçapava do Sul. Nesse contexto é possível verificar a que nível o uso dos dispositivos foi adequado, quais os problemas existentes e como deveria ser os *brises* para que atendessem o máximo de requisitos necessários.

5. RESULTADOS

5.1 O *brise-soleil* e os projetistas

O *brise-soleil* é uma ferramenta de projeto que tem como principal função melhorar as condições de conforto térmico de uma edificação. Este elemento é um recurso, entre outros, que arquitetos e engenheiros possuem para resolver os problemas da incidência da radiação solar sobre superfícies transparentes.

Contudo, para que um recurso seja bem utilizado, faz-se necessário o conhecimento do mesmo. Sendo assim, o objetivo dessa primeira análise é questionar junto aos projetistas a aplicação do *brise-soleil* na busca pelo conforto térmico das edificações.

Oitenta projetistas, dentro da região central do Rio Grande do Sul, foram consultados através de um questionário com treze perguntas que avaliaram o conhecimento desses profissionais a respeito do *brise-soleil*. As questões tinham como objetivo avaliar os seguintes itens:

- Tipo de projetos mais desenvolvidos
- A importância da orientação solar em projetos arquitetônicos
- Recursos de projeto mais utilizados para proteger janelas que recebem incidência solar
- Nível de conhecimento a respeito do *brise-soleil*
- Qual o tipo de *brise* mais escolhido pelos profissionais
- Onde o projetista busca informações a respeito do *brise-soleil*
- Em que fase o *brise-soleil* deve ser inserido como solução arquitetônica
- Dificuldades referentes à implantação desse dispositivo de proteção solar
- Considerações pessoais sobre o *brise-soleil*

O questionário aplicado pode ser conferido no Anexo A.

5.2.1 Resultados

As respostas obtidas nos questionários foram organizadas e apresentadas em forma de gráficos com considerações a respeito de cada situação.

Com relação à titulação dos profissionais entrevistados, 81% são arquitetos e urbanistas e 19% engenheiros civis, como mostra a Figura 29.

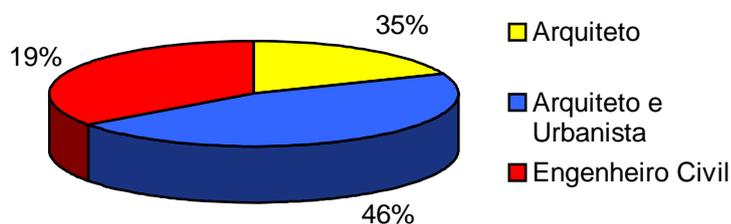


FIGURA 29 – Gráfico sobre a titulação dos projetistas

A Figura 30 apresenta o tempo de experiência dos profissionais entrevistados.

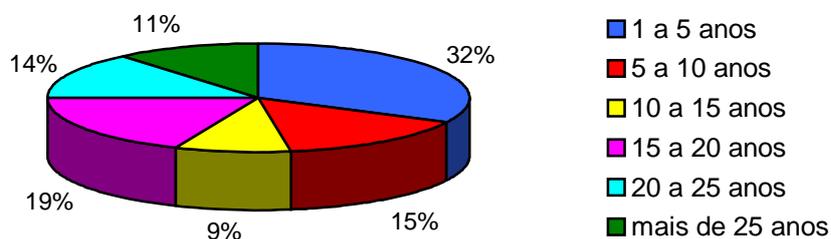


FIGURA 30 – Gráfico a respeito do tempo de experiência dos profissionais entrevistados

Os profissionais também foram consultados sobre seus projetos mais desenvolvidos, como mostra a Figura 31.

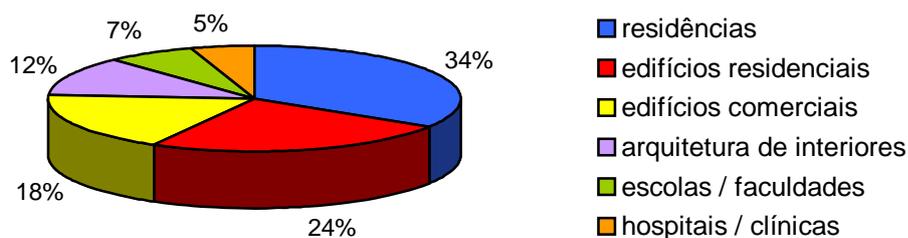


FIGURA 31 - Gráfico apresentado os projetos desenvolvidos pelos projetistas

Embora a orientação solar seja considerada importante, seja muito ou extremamente, por 88% dos profissionais, constatou-se que essa preocupação está mais relacionada com a adequação do projeto com relação ao sol, ou seja, os projetistas procuram posicionar a edificação de modo que não ocorra necessidade de proteção solar (Figura 32).

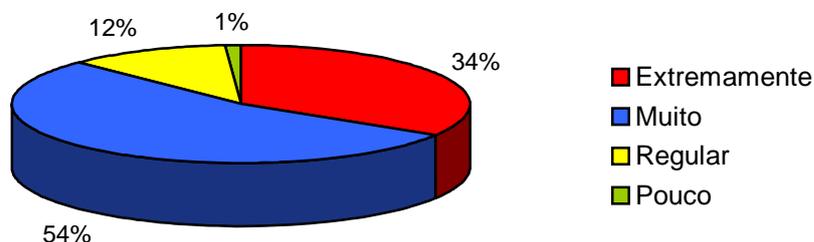


FIGURA 32 – Gráfico sobre a importância da orientação solar nos projetos arquitetônicos

Com relação à utilização de protetores solares, a Figura 33 apresenta os recursos mais utilizados pelos profissionais.

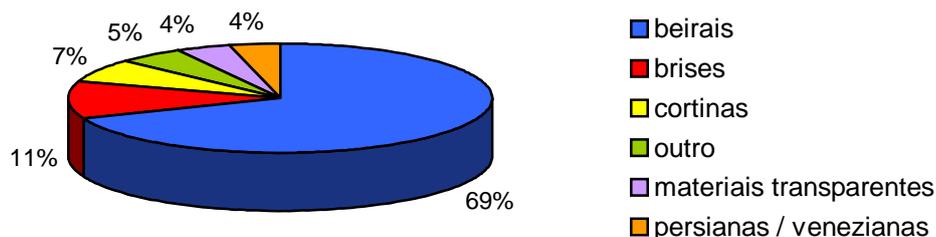


FIGURA 33 – Gráfico a respeito dos recursos mais utilizados como proteção solar

Observa-se pela Figura 33 a escolha quase que unânime pelo beiral como recurso de proteção solar. Os *brises* aparecem em segundo lugar, mas com incidência muito abaixo da primeira opção e quase equivalendo às cortinas, um tipo de proteção solar interna. Isso demonstra a falta de conhecimento das potencialidades do *brise-soleil*, pois este sistema possui o mais elevado percentual de redução de ganho solar, comparando-o às cortinas que não possuem bom desempenho como protetor contra radiação solar.

A utilização do beiral, recurso escolhido pela grande maioria dos projetistas, justifica-se em fachadas Norte, onde o sol percorre horizontalmente a fachada durante o dia. Já as orientações Leste e Oeste, que possuem incidência solar perpendicular e oblíqua não são bem protegidas por esse recurso. Dessa forma, percebe-se que os profissionais possuem conhecimento limitado da trajetória solar, pois podem utilizar esse tipo de protetor solar de maneira inadequada.

A Figura 34 apresenta o nível de conhecimento de arquitetos e engenheiros a respeito do *brise-soleil*. Pode-se afirmar que poucos

profissionais realmente trabalharam com o dispositivo pois a maioria possui informações somente a nível teórico ou de projeto. Isso demonstra que esse dispositivo é pouco empregado pelos profissionais da região.

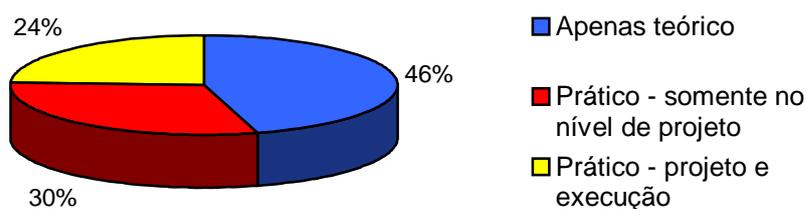


FIGURA 34 – Gráfico apresentando o nível de conhecimento dos profissionais sobre *brise-soleil*

A respeito da escolha das tipologias de *brise-soleil* (Figura 35) os projetistas acreditam que a melhor opção é utilizar *brises* desenhados especialmente para projetos, reconhecendo a importância do estudo do protetor solar e dos efeitos da radiação solar sobre determinadas orientações, para cada tipo de edificação.

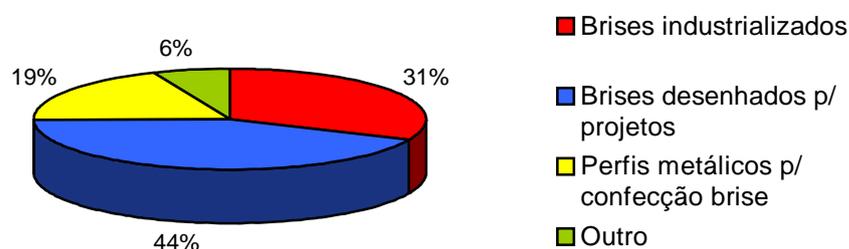


FIGURA 35 – Gráfico sobre a preferência das tipologias dos *brises*

Após o questionamento sobre o modelo preferido, os profissionais tiveram a oportunidade de justificar o motivo da escolha. Segundo os projetistas, o *brise* desenhado especialmente para projeto possui maior liberdade estética, formal, harmonização com a volumetria, pode ser planejado junto com a edificação e com dimensionamento adequado. Já os *brises* industrializados são preferidos por serem mais práticos, tanto pela facilidade na encomenda quanto na execução. A possibilidade de mostrar o produto por catálogos estimula a aquisição do produto pelo cliente. Além disso, projetistas que não possuem prática na execução do *brise*, podem optar pelo industrializado pois este possui assistência do fabricante.

Os perfis metálicos para confecção do *brise-soleil* são escolhidos principalmente por ser um material leve, prático e com custo menor que os industrializados.

A busca de informações mais utilizada atualmente é a internet, comprovada através da Figura 36. Em seguida, os catálogos são mencionados como fonte de informação. Os dados técnicos também são procurados através de outros profissionais que já utilizaram o *brise-soleil*, proporcionando maior segurança ao projetista que utilizará o recurso pela primeira vez.

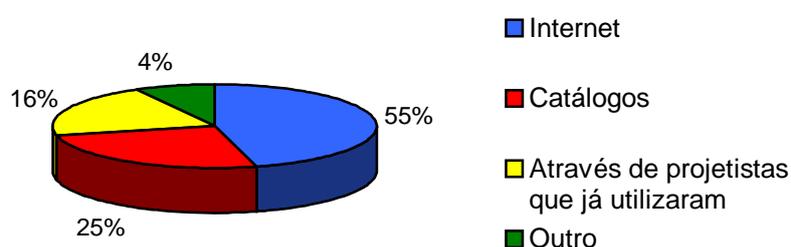


FIGURA 36 – Gráfico apresentando a preferência na busca por informações sobre o *brise-soleil*

Com relação à fase que o *brise-soleil* deve ser inserido como solução arquitetônica, a Figura 37 mostra que praticamente todos os profissionais concordam que o dispositivo de proteção solar deve ser implantado na fase de projeto para que se cumpra eficientemente sua função ambiental e de composição plástica.

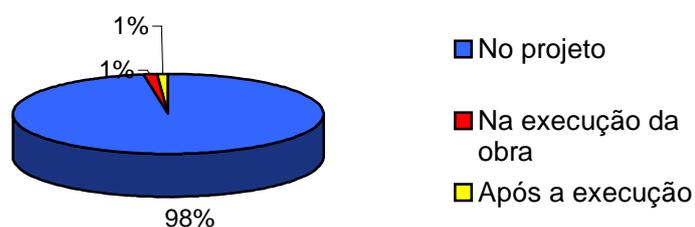


FIGURA 37 – Gráfico mostrando a fase em que o *brise-soleil* deve ser inserido

O questionário também abordou as dificuldades que os profissionais encontram na implantação do *brise-soleil*. O custo teve a maior incidência, sendo mencionado nos três gráficos da Figura 38. Em segundo lugar, a dificuldade de convencer o cliente é um obstáculo para a utilização do *brise* pelos projetistas. Isso deve ocorrer em função do investimento a ser feito e da dificuldade de mostrar ao cliente o custo/benefício do dispositivo, que certamente é a longo prazo. A dificuldade junto à construtora, citado por 10% dos entrevistados demonstra que muitas vezes existe um projeto com a utilização dos *brises* mas que não são inseridos em virtude da empresa executora barrar a utilização, por questões financeiras e/ou falta de conhecimento sobre a eficiência do dispositivo.

Outra dificuldade mencionada por duas vezes é com relação à aquisição do *brise-soleil*, que ocorre pela falta de representação dos dispositivos industrializados, visto que suas empresas localizam-se na região sudeste do país. Existe uma certa dificuldade de adquirir o produto pela internet, em virtude do alto investimento na compra desse produto e pela falta de

comprovação da sua eficiência ambiental. Em último lugar foi citada a versatilidade do *brise*, que no caso de serem industrializados, não possuem uma liberdade estética e de modulação muito amplas.

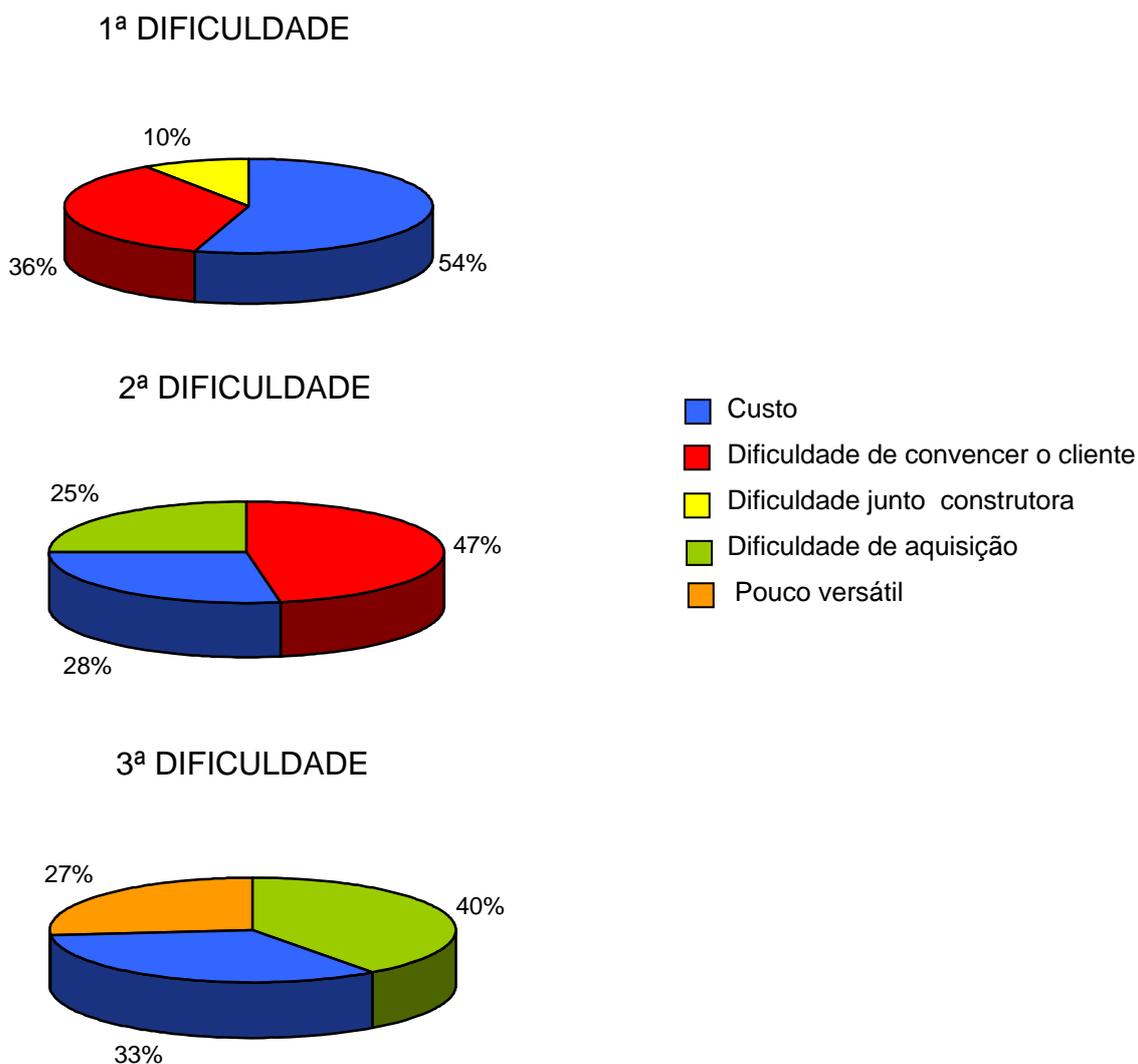


FIGURA 38 – Gráfico apresentando as dificuldades de implantação do *brise-soleil*

No final do questionário, os profissionais puderam comentar algumas considerações a respeito sobre o assunto *brise-soleil*.

Muitos projetistas relataram que o grande problema da utilização do *brise* é com relação ao seu investimento inicial e dificuldade de convencer o

cliente do custo/benefício, pois estes não sabem reconhecer a eficácia do dispositivo. Outros profissionais consideram a importância do *brise* na busca por conforto ambiental, pois não é possível garantir o conforto interno se não se prever cuidados externos.

Uma consideração bastante salientada trata da pouca divulgação desse protetor solar entre os próprios profissionais e que deveria ser mais divulgado sua relação com a eficiência energética dos ambientes. Culturalmente, esse dispositivo é pouco utilizado pelos profissionais e praticamente desconhecido pelo público, muitas vezes pela falta de interesse dos projetistas. Além disso, as faculdades de arquitetura e engenharia deveriam dar mais ênfase a este importante recurso arquitetônico para conforto ambiental.

5.2 O produto *brise-soleil*

O *brise-soleil* é um elemento que surgiu no Brasil na década de 30, sendo muito utilizado principalmente pelos projetistas dessa época. Nesse tempo, eram os próprios arquitetos que projetavam tais dispositivos, de acordo com sua necessidade e em conformidade com a volumetria da edificação.

Entretanto, com o passar do tempo, o aumento da demanda e o avanço da tecnologia levaram esse elemento a ser produzidos por fábricas especializadas. Hoje, muitos desses estabelecimentos, além de fabricarem o *brise*, fornecem também perfis para ser utilizados como protetores solares. A grande maioria dessas empresas está localizada na região sudeste do país, mais especificamente, no estado de São Paulo, dificultando sua difusão para outras regiões do Brasil.

Essa parte do trabalho apresenta o produto *brise-soleil* fabricado e comercializado por algumas empresas do país, seja ele completo ou perfis confeccionados para atuarem como protetores solares. Os dados foram obtidos através de busca na internet, recurso mais utilizado atualmente para pesquisa e através de contatos diretos com os fabricantes.

A análise dos protetores solares disponíveis no mercado brasileiro tem como objetivo apresentar a disponibilidade desse recurso aos projetistas, juntamente com considerações a respeito de alguns aspectos relevantes para o bom desempenho do protetor solar. Dessa forma, arquitetos e engenheiros serão beneficiados com informações adequadas para o correto uso destes dispositivos.

Nesta análise, os dispositivos pesquisados foram classificados da seguinte forma:

- 1) Posição – vertical, horizontal ou combinado
- 2) Mobilidade – fixos ou móveis

Objetivando efetuar a primeira análise das tipologias, foi realizada a divisão dos *brise-soleils* em três partes:

- *Estrutura* – elemento que é fixado na fachada e que sustenta os painéis fixos ou móveis.
- *Painel* – pode ser chamado também de placa, lâmina ou perfil. Admite maior destaque quando possui mobilidade.
- *Dispositivo* – é o conjunto total do *brise*, formado pela estrutura e painéis.

Tendo como base essa divisão, foi realizada uma ficha contendo as seguintes informações:

1. Características da estrutura do *brise-soleil* : material, acabamento e fixação;
2. Características dos painéis: material, acabamento e fixação;
3. Características do dispositivo: posição, mobilidade, inclinação, peso.

Ao término dessa fase, é feita a apresentação dos tipos de produtos *brise-soleils*, apresentando a empresa que o comercializa, características técnicas e análise que considera os seguintes aspectos:

- Eficiência ambiental
- Plasticidade

- Privacidade
- Luminosidade
- Visibilidade
- Ventilação
- Durabilidade e Manutenção

Os aspectos mencionados e explicados acima, serão considerados na análise seguinte.

A Tabela 5 tem como propósito apresentar de modo resumido os modelos de *brise-soleils* industrializados pesquisados nessa parte do trabalho.

TABELA 5 – Modelos de *brises* industrializados

| Produtos | | Dispositivo | | | | Estrutura | | Painéis | | |
|------------------|--|------------------------|-----------------|------------------------------|--------------|-----------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | | Posição | Mobilidade | Acionamento | Inclinação | Peso | Material | Acabamento | Material | Acabamento |
| 1. Inconylon | | vertical ou horizontal | fixos ou móveis | manual | de 0° a 90° | leve | ferro ou alumínio | a critério do cliente | PVC | cor cinza-claro |
| 2. Fibrocell | | vertical ou horizontal | fixos ou móveis | manual | | leve | perfis de alumínio | pintura | alumínio | pintura |
| 3. Brise Luxalon | Luxalon SL4 | vertical ou horizontal | fixos | - | 45° | leve | alumínio ou aço galvanizado | primer e pintura | alumínio ou aço galvanizado | primer e pintura (100 tipos de cores) |
| | Termobrise | vertical ou horizontal | fixos ou móveis | manual, mecânico ou elétrico | de 0° a 180° | médio | alumínio | anodizado ou pintura | alumínio ou aço galvanizado | primer e pintura (100 tipos de cores) |
| | Luxalon Cell | combinado | fixos | - | - | leve | alumínio | anodizado ou pintura | alumínio | pintura (100 tipos de cores) |
| | Brise B | vertical ou horizontal | fixos | - | - | médio | aço galvanizado | pintura | aço galvanizado | pintura (100 tipos de cores) |
| 4. Sul Metais | Termobrise BSM-150 BSM-300 BSM-335 | vertical ou horizontal | fixos ou móveis | manual, mecânico ou elétrico | de 0° a 180° | médio | aço galvanizado | pintura | alumínio | pintura |
| | Brise BSM-84 | vertical ou horizontal | fixos | - | 45° e 60° | leve | alumínio | anodizado | alumínio | pintura |

5.2.1 Modelos de *brise-soleil* industrializados

INCONYLON¹

O *brise-soleil* da Inconylon foi desenvolvido em PVC, possuindo painéis no formato apresentado na Figura 39(A), com aditivos especiais como modificadores de impacto e protetores contra raios ultravioletas. Pelo fato do PVC ser um material isolante e os vazios no interior das lâminas, ser preenchido com ar, este *brise* conduz pouco calor, apesar de não ser preenchido com matérias antitérmicos. Sendo assim, o dispositivo proporciona eficiente proteção solar e térmica.

Além disso, a cor cinza-claro dos painéis contribuem ainda mais para a reflexão da incidência dos raios solares. Da mesma forma que auxilia na luminosidade no interior dos ambientes, se forem devidamente inseridos na fachada.

Entretanto, existem outros aspectos a serem considerados para que o *brise-soleil* cumpra devidamente sua função ambiental. Um deles é com relação à sua mobilidade, que nesse caso pode ser variável. Os dispositivos móveis são bastante eficientes, pois permitem regular a incidência solar. Contudo, a mobilidade do *brise* da Inconylon está limitada, pelo fato de sua inclinação admitir 0° a 90°, bloqueando parcialmente a entrada dos raios solares.

A visibilidade para o exterior é garantida, da mesma forma que se pode ter privacidade com a inserção do protetor solar.

¹ Endereço: Rua Pedro Godói, 359 – CEP: 03138-010 - São Paulo / SP
Fone: (11) 6341 3322 / 6341 3176
Home page: www.brise.com.br
E-mail: inconylon@uol.com.br

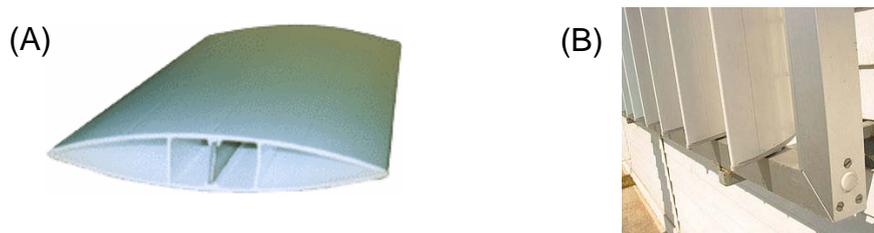


FIGURA 39– (A) formato dos painéis (B) detalhe da estrutura dos painéis

A execução e montagem da estrutura podem ficar a cargo da empresa ou do cliente, dependendo do tamanho da obra. De qualquer modo, a estrutura deve ser fixada afastada das aberturas para possibilitar ventilação nos espaços internos e dissipação do ar entre os painéis (Figura 39(B)).

O *brise-soleil* Inconylon foi testado pelo IPT, mostrando-se com alta resistência aos ventos. Os testes demonstraram que é possível executar *brises* com até 3m de altura. Essa característica é de grande valia, principalmente se considerarmos prédios localizados em corredores de ventos, ou em cidades onde a presença dos ventos é fator condicionante de projeto. (Figura 40(A)).

O material empregado na confecção dos painéis possui a grande vantagem de ser anticorrosivo, permitindo seu emprego no litoral, pois não sofre a ação da maresia. (Figura 40(B)).

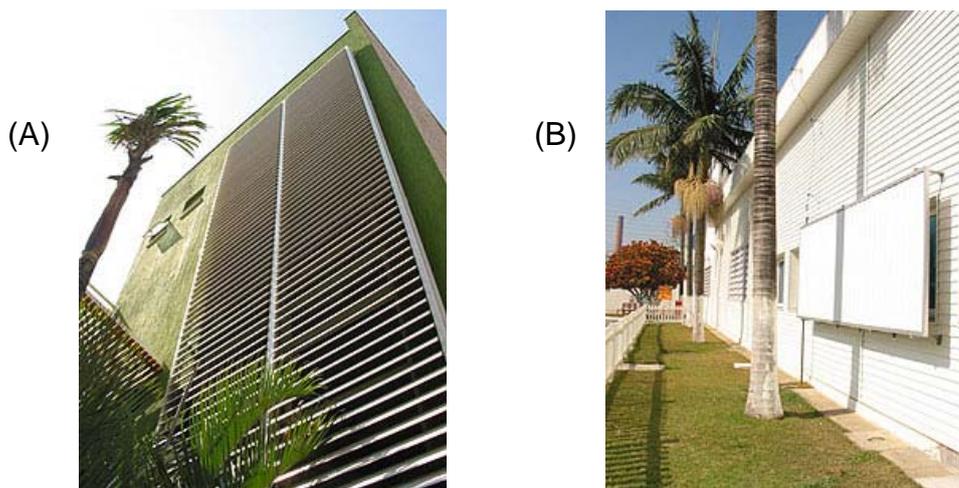


FIGURA 40 – Emprego do *brise-soleil* - (A) em prédios altos (B) no litoral

A manutenção do *brise-soleil* requer limpeza periódica, com pano úmido, para a conservação do material. A durabilidade do dispositivo depende grande parte da manutenção periódica.

O *brise-soleil* da Inconylon possui seis larguras de painéis: 100mm, 125mm, 150mm, 275mm, 300mm e 350mm. (Figura 41(A). Essas opções proporcionam versatilidade para o projetista na escolha do melhor tamanho de painel para atender suas necessidades de proteção solar e composição plástica da fachada (Figura 41(B). Contudo, a liberdade criativa do projetista limita-se a variedade dos módulos, deixando para segundo plano a composição de cores, pois a aquisição de painéis com cores especiais deve ser feita sob encomenda, segundo o fabricante.

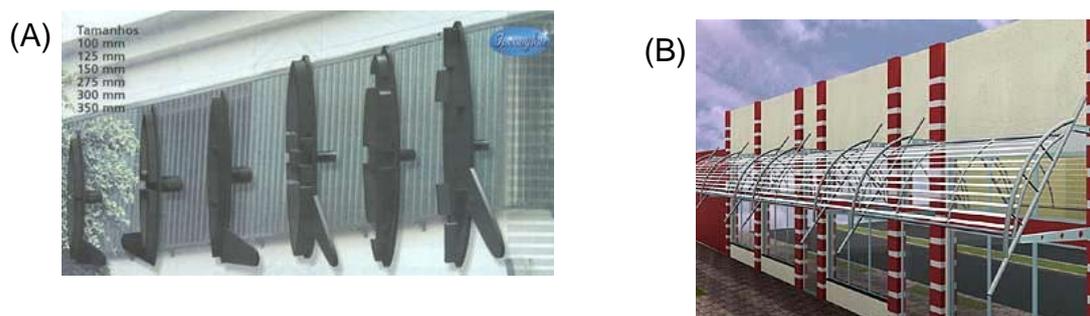


FIGURA 41 – (A) tampas para diferentes tamanhos de painéis (B) exemplo de inserção dos *brises* da Inconylon

FIBROCELL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA²

A Fibrocell é uma empresa que a partir de 1996 passou a fabricar uma linha de produtos voltados para o conforto ambiental. Além de forros metálicos e revestimentos acústicos, a empresa investiu no tratamento de fachadas com o produto **Brise 150/300**.

² Endereço: Rua Álvares Cabral, 632 – CEP: 09981-030 – Diadema / SP
 Fone: (011) 4056 2322
 Home page: www.fibrocell.com.br
 E-mail: fibrocell@fibrocell.com.br

Esse dispositivo é constituído de perfis de secção tipo asa de avião em alumínio, e podem admitir larguras de 150mm e 300mm (Figura 42(A)). Possuem tratamento térmico feito com poliuretano injetado no interior dos painéis, e, por essa característica, o *brise* é um elemento com grande capacidade de proteção solar, cumprindo eficientemente seu papel ambiental (Figura 42(B)).

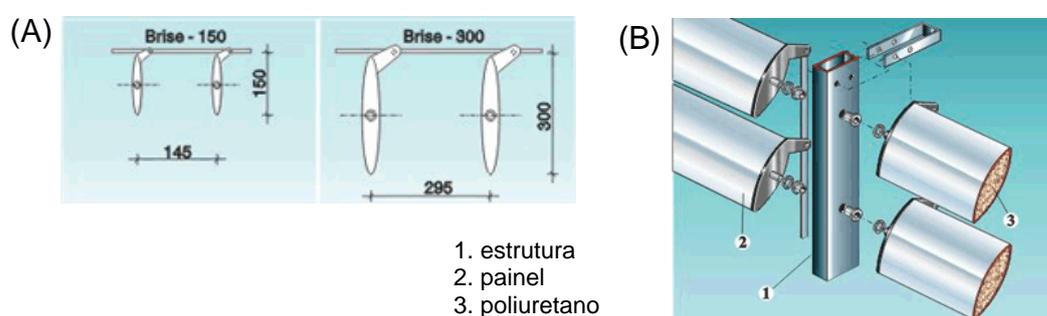


FIGURA 42 – (A) Tamanhos dos painéis com espaçamento entre eles (B) detalhe do *brise-soleil*

Estes *brises* podem ser fixos ou móveis, sendo os móveis mais eficientes, pois permitem que o próprio usuário controle a entrada da radiação solar. Da mesma forma, a privacidade e visibilidade para o exterior podem também ser regulada. Com os elementos fixos, esse controle não é possível, cabendo somente uma opção ao usuário.

A luminosidade também depende da mobilidade dos painéis e da cor do dispositivo. Elementos mais escuros tendem a escurecer o ambiente interno e vice-versa.

O modo como a estrutura for inserida na fachada, interfere na ventilação do espaço interno da edificação e na dissipação do ar entre as lâminas. Desse modo, cabe ao projetista a responsabilidade da adequada proposta para atender a esse aspecto (Figura 43).



FIGURA 43 – Exemplo de *brises* inseridos afastados da fachada

Em virtude do material utilizado na confecção dos *brise-soleils* a manutenção é realizada através de limpeza periódica com pano úmido nas placas e estrutura. Nos dispositivos móveis, acrescenta-se a regulagem periódica nos painéis, para garantir o bom desempenho da mobilidade.

BRISES LUXALON³

A multinacional Hunter Douglas se instalou no Brasil em 1970, e desde então comercializa uma vasta gama de produtos arquitetônicos e de decoração de interiores. Dentre esses produtos, destacam-se os *brises* da marca Luxalon, com três tipologias: **Brise Luxalon SL4**, **Termobrise**, **Brise Luxalon Cell** e **Brise B**

Brise Luxalon SL4

Esse sistema de *brise-soleil* é baseado num painel modular metálico (painel 84R) fixado em um porta-painel simples a 45° (Figura 44). Por ter a

³ Endereço: Rua General Furtado do Nascimento, 740, Cj. 55 – CEP: 05465-070 – Alto de Pinheiros / SP

Fone: (011) 2135 1000 / 3022 9652

Home page: www.luxalon.com.br

E-mail: hd@hunterdouglas.com.br

possibilidade de ser confeccionado em alumínio, as lâminas possuem grande capacidade de refletir os raios solares, principalmente se forem na própria cor do material ou pintadas com cores claras. Apesar de não possuírem nenhum tratamento térmico, pode-se dizer que os *brises*, se inseridos na orientação solar correta, cumprem de maneira eficiente sua função ambiental.

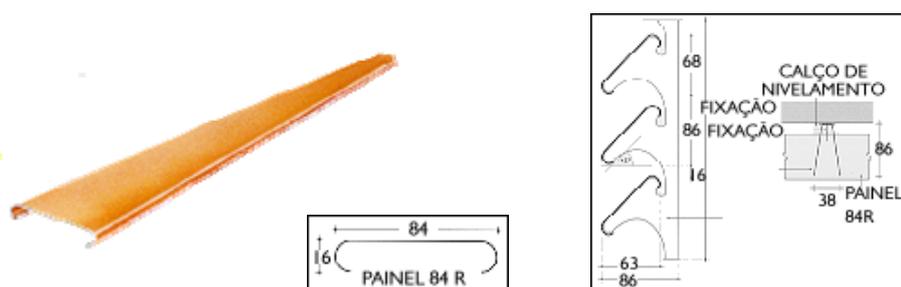


FIGURA 44 – Detalhe do painel 84R e porta-painel

O *brise* SL4 pode ser inserido dentro do vão da abertura (Figura 45(A)) ou perpendicularmente à fachada, como um extenso *brise* horizontal (Figura 46(A)). Na primeira possibilidade há prejuízo com relação à dissipação do ar entre os painéis. Para que isso não aconteça, o dispositivo deveria ser inserido fora do vão das aberturas, para permitir que a ventilação passe através do dispositivo, funcionando como uma sobre-fachada como mostra a Figura 45(B).

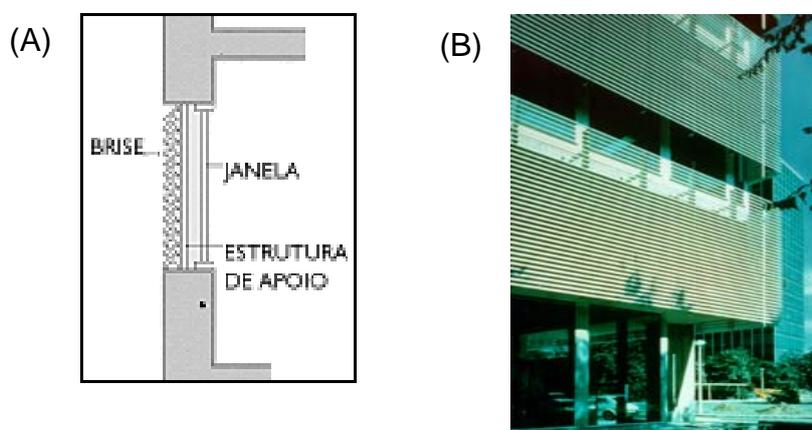


FIGURA 45 – (A) *brise* dentro do vão de abertura (B) exemplo de aplicação do *brise* como uma sobre-fachada

A alternativa de montagem da Figura 45(A), garante a privacidade dos ambientes internos da edificação, contudo, a visibilidade para o exterior é prejudicada em função da proximidade entre as lâminas, da mesma forma que a iluminação natural. Caso o dispositivo seja inserido mais afastado das aberturas, a luminosidade no interior melhora, principalmente se os painéis forem pintados com cores claras.

Já a alternativa de montagem da Figura 46(A), a situação ocorre de maneira diferente. Não há nenhum prejuízo com relação à ventilação dos ambientes bem como a dissipação do ar entre as lâminas. A visibilidade para o exterior e a luminosidade também são garantidas e adequadas, como mostra a Figura 46(B). Contudo, o dispositivo não controla a privacidade dos espaços internos, deixando essa função a outro recurso, como por exemplo, cortinas internas.

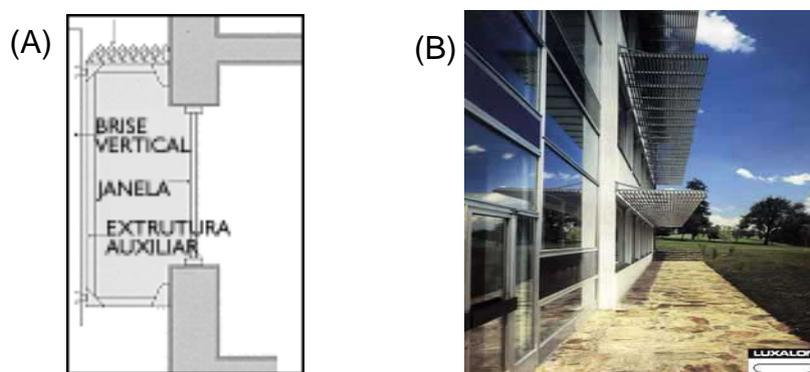


FIGURA 46 – (A) *brise* perpendicular à fachada (B) exemplo de aplicação do *brise* nessa alternativa de montagem

A empresa que comercializa esse dispositivo não fornece a estrutura que apóia o porta-painel, cabendo isso ao cliente. Realizada a instalação do porta-painel, os painéis 84R são fixados à este sob pressão conforme mostra a Figura 47.

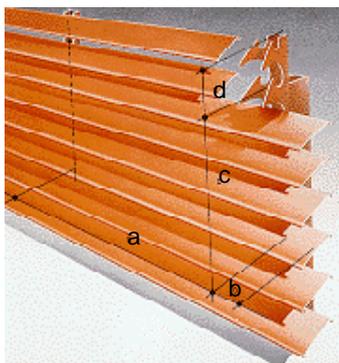


FIGURA 47 – Forma de instalação

TABELA 6 – Dimensões e afastamentos

| Medidas máximas em milímetros | | | | |
|-------------------------------|------------|-----|-----|-----|
| Tipo | a | b | c | d |
| SL4 | 800 a 1000 | 100 | 500 | 100 |

Apesar do dispositivo ser fixo, as duas alternativas de montagem e as diversas cores que podem ser pintados, já aumentam as possibilidades de um trabalho plástico na volumetria das edificações.

De acordo com o fabricante, para garantir a melhor conservação do produto, deve ser feita a limpeza periódica utilizando pano macio e detergente neutro diluído em água.

Termobrise Luxalon

O Termobrise é composto por perfis do tipo asa de avião, com larguras de 150mm e 335mm, (Figura 48(A) e 48(B) que podem ser de alumínio ou aço galvanizado. Sua característica principal está ligada ao tratamento termoacústico do *brise*. Essa propriedade é garantida através da injeção de poliuretano expandido no interior dos perfis como mostra a Figura 49(A). Sendo assim, cabe ao projetista inserir o dispositivo de maneira correta para completar a eficiência ambiental do *brise-soleil*.

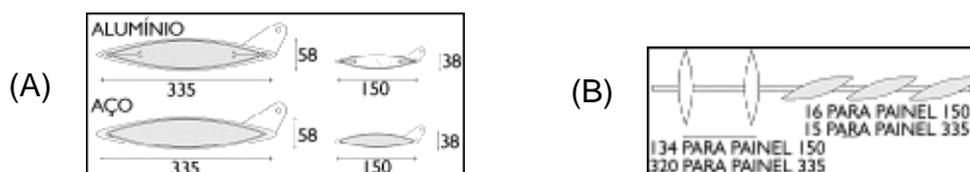


FIGURA 48– (A) painel Termobrise (B) espaçamento entre os painéis

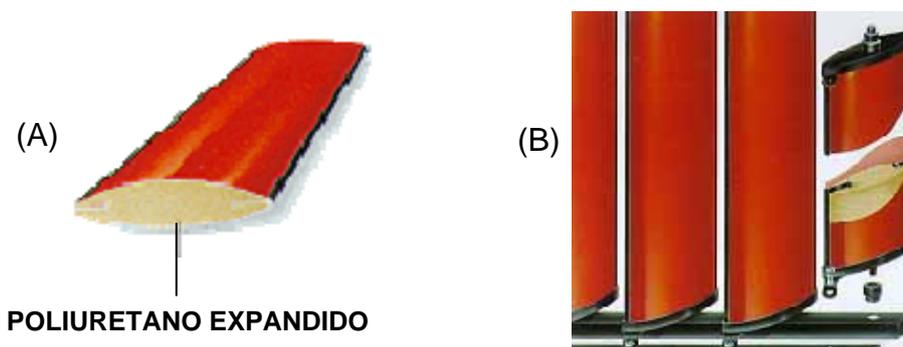


FIGURA 49 – (A) detalhe do tratamento termoacústico do perfil (B) forma de instalação

O sistema Termobrise é composto por painéis que podem ser fixos ou móveis. Quando móvel, o acionamento admite ser manual, mecânico ou elétrico. Vale lembrar, que acionamentos mais sofisticados repercutem em maior custo. A Figura 49(B) apresenta a forma de instalação do sistema.

Considerando o dispositivo móvel, este permite o controle da visibilidade, privacidade e iluminação natural no interior dos ambientes. O contrário ocorre com o sistema fixo, mais limitado com relação a esses aspectos.

Já a dissipação do ar entre os painéis depende da maneira como o *brise* for inserido na fachada (Figura 50). Para uma adequada ventilação, é ideal que o dispositivo seja colocado afastado das aberturas.

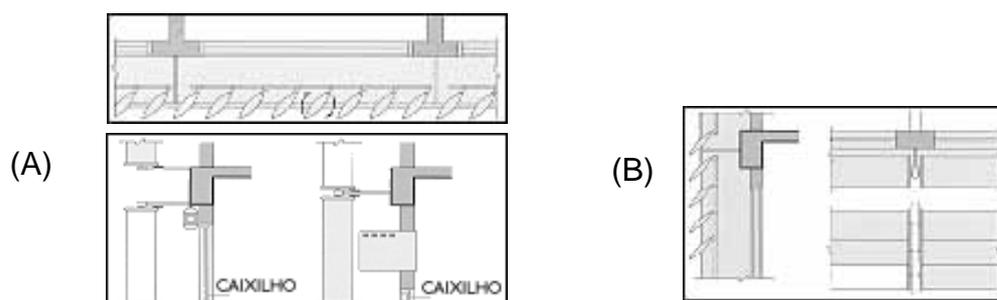


FIGURA 50– Alternativas de montagem (A) vertical (B) horizontal

A disponibilidade de cores e as duas alternativas de montagem proporcionam uma razoável versatilidade para a composição plástica do sistema Termobrise, como se observa na Figura 51.



FIGURA 51 – Exemplo do Termobrises

Brise Luxalon Cell

Diferente dos dispositivos anteriores, esse *brise* é um painel composto de perfis direitos e esquerdos formando módulos variáveis que se unem a outro painel idêntico, obtendo-se um elemento compacto (Figura 52). A Tabela 7 abaixo mostra os diferentes tamanhos de módulos.

TABELA 7 – Descrição do produto:

| | |
|-----------------------------|---|
| Material e Modulação | Aluzinc |
| | Módulo 100 mm |
| | Módulo 150 mm |
| | Módulo 200 mm |
| | Módulo 250 mm |
| | Módulo 300 mm |
| Cores | 100 cores standard e cores especiais conforme pedido. |

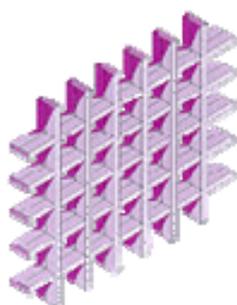


FIGURA 52 – Brise Cell

Essa tipologia é adequada quando se necessita diminuir a ação da luz direta e permitir a privacidade dos ambientes. Esse dispositivo possui melhor eficácia térmica que os verticais e horizontais, pois proporciona um sombreamento maior que os demais. Entretanto, reduz a disponibilidade de luz natural nos espaços internos e interfere significativamente na visibilidade para o exterior.

A instalação do *brise* é feita mediante uma ancoragem que se fixa diretamente na estrutura e com um suporte de ajuste telescópico que se une ao dispositivo de acordo com a Figura 53(A) e 53(B).

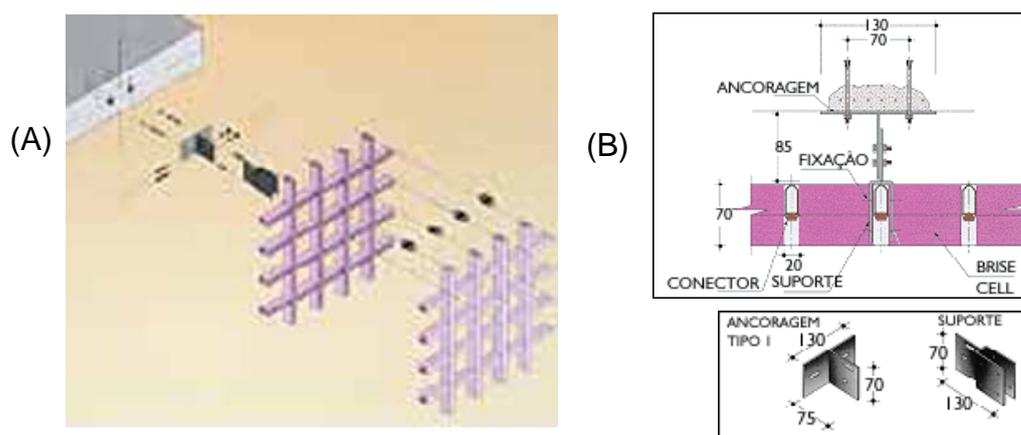


FIGURA 53 – (A) forma de instalação (B) detalhe da ancoragem

A única alternativa de montagem do *brise* combinado reduz as possibilidades de uma composição formal na edificação, comparando-se aos dispositivos verticais e horizontais. Mesmo assim, este dispositivo pode atuar plasticamente na volumetria de uma edificação conforme a criatividade do projetista. A Figura 54 exemplifica essa afirmação.



FIGURA 54 – Exemplos da aplicação do *Brise Cell*

Para a adequada durabilidade do *brise* é necessário que se faça manutenção através da limpeza periódica utilizando pano macio e detergente neutro diluído em água.

Brise B

O Brise B da Luxalon é feito de aço galvanizado e permite a combinação entre três painéis com dimensões diferenciadas: B25, B40 e B57, como mostra a Figura 55 e descreve a Tabela 8.

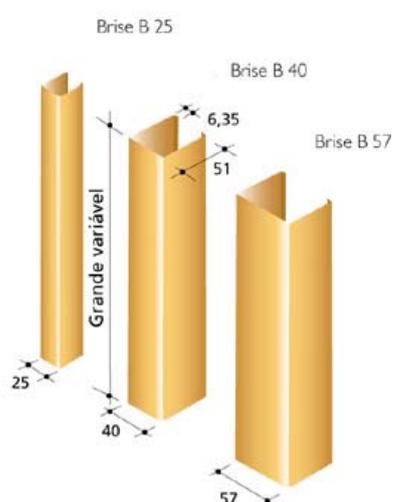


FIGURA 55 – Três tipos de painéis

TABELA 8 – Descrição do Brise B

| | | |
|------------------|--|----------------|
| Material | Aço galvanizado | |
| Dimensões | | largura |
| | B25 | 25mm |
| | B40 | 40mm |
| | B57 | 57mm |
| Cores | 100 cores, podendo ser desenvolvidas cores especiais | |
| Painel | Comprimento Mín.: 300mm | |
| | Comprimento Máx.: 5.000mm | |

A eficiência ambiental é adquirida através do correto posicionamento dos painéis em relação à fachada que será protegida, considerando a incidência solar naquela orientação. A escolha de cores claras além de ajudar na eficácia do dispositivo, pois reflete a maior parte dos raios solares, auxilia na luminosidade no interior da edificação.

O estreito espaçamento exigido entre os painéis, como mostra a Figura 56, compromete a visão para o exterior, mas permite a privacidade dos usuários. Já a ventilação será garantida se os painéis forem inseridos afastados da fachada.

A fixação do *brise* B é realizada através de um perfil de suporte ranhurado, preso por rebites e travas de porta-painel, fixados na alvenaria por parafusos (Figura 57).

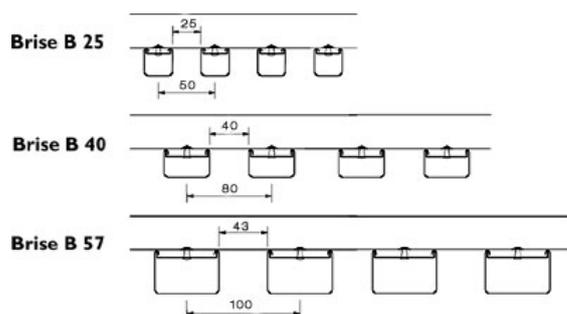


FIGURA 56 – modulação dos painéis e afastamento entre os mesmos

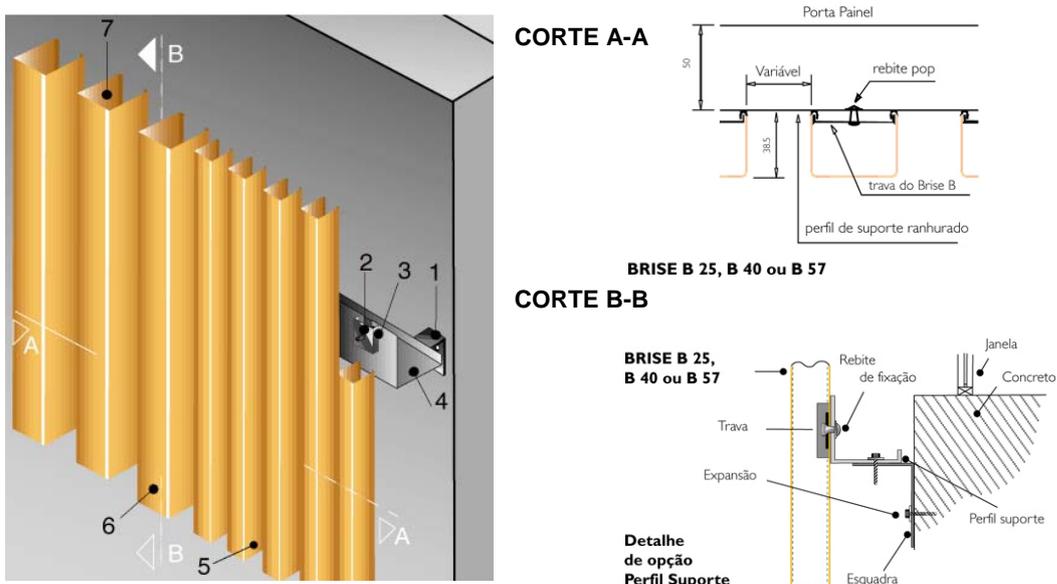


FIGURA 57 – forma de instalação

A durabilidade do dispositivo está diretamente ligada a manutenção do mesmo, apesar de não haver qualquer especificação do fabricante sobre a adequada conservação do *brise*.

SUL METAIS⁴

Trata-se de uma indústria de produtos metálicos como forros, fachadas e *brises*, para a construção civil. Com relação aos *brises*, a empresa produz três tipos: Termobrise BSM 150, BSM 300, BSM 335 e Brise BSM 84.

Termobrise BSM 150, BSM 300 e BSM 335

O Termobrise comercializado pela empresa Sul Metais, possui formato do tipo “asa de avião” com três larguras: 150mm, 300mm 335mm. O dispositivo é constituído por duas lâminas de alumínio ou aço, duas ponteiros extrudadas e tampas de polímeros especiais nas extremidades.

As propriedades termoacústicas do *brise* são garantidas pela possibilidade do dispositivo conter em seu interior poliuretano expandido, proporcionando um melhor conforto térmico nas edificações. A eficiência ambiental também pode ser beneficiada se os painéis forem pintados com cores claras que contribuem na reflexão dos raios solares.

O protetor solar externo pode estar disposto horizontal ou verticalmente sobre a fachada, da mesma forma que admite mobilidade ou não, sendo essa manual, mecânica ou elétrica. Certamente o acionamento elétrico possui um custo maior que os demais.

A escolha por *brises* móveis, independente do tipo de acionamento, traz mais vantagens ao usuário do que os painéis fixos. Além da garantia da privacidade dos ambientes, a visão para o exterior e a luminosidade pode ser controlada, de acordo com as necessidades dos espaços internos.

⁴ Endereço escritório: Praça das Corridas, 40 – CEP: 04286-050 – São Paulo / SP
Fone: (11) 6915 7925
Home page: www.sulmetais.com.br

Já com relação à ventilação, a maneira como o dispositivo é inserido na fachada determina as condições de dissipação do ar entre os painéis. Deve-se sempre manter uma certa distância entre a estrutura e o plano da fachada.

Em vista da possibilidade dos *brises* serem dispostos em duas formas, pode-se afirmar que este dispositivo contribui plasticamente na composição da edificação. A Figura 58 mostra uma possibilidade de composição do Termobrise.



FIGURA 58 – Exemplo de composição plástica do Termobrise

A empresa recomenda que se deve fazer a limpeza periódica para a conservação do produto.

Brise BSM-84

O *brise* é composto por painéis lineares BSM-84 fixado a um porta-painel com duas opções de angulações: 45° e 60°. É um sistema muito semelhante ao Brise Luxalon SL4 analisado anteriormente.

O dispositivo pode ser aplicado fora ou dentro do vão de abertura e suas lâminas podem ser lisas ou perfuradas. Para o acabamento é utilizada pintura executada em processo contínuo (Sistema Coil Coating) garantindo a uniformidade da cor. Contudo não há nenhuma informação na página da empresa a respeito da variedade de cores que os painéis admitem.

Essa tipologia de *brise* não possui tratamento térmico, entretanto, se forem inseridos na orientação correta, cumprem de maneira eficiente seu papel ambiental.

A aplicação do dispositivo dentro do vão de abertura compromete a visibilidade e iluminação natural dos ambientes. A dissipação do ar entre os painéis também pode ser prejudicada.

Esse dispositivo pode causar efeito plástico interessante na edificação em virtude de suas lâminas poderem ser lisas ou perfuradas (Figura 59).



FIGURA 59 – Exemplo de aplicação do *brise* BSM-84

5.2.2 Considerações gerais

A grande maioria das empresas que fabricam e comercializam os *brises* estão concentradas na região Sudeste do país, dificultando o acesso ao dispositivo para a nossa região e encarecendo os custos de transporte.

Com relação ao *brise* industrializado, a maioria destes permitem a colocação na vertical ou na horizontal, mas não admitem a colocação em diferentes posições. Dessa forma pode-se afirmar que o projetista fica mais limitado na composição plástica utilizando esse produto. A tipologia combinado é pouco difundida, sendo utilizada mais especificadamente como um filtro dos raios solares.

O *brise-soleil* é composto por painéis e estrutura. Nos dispositivos pesquisados, esses componentes geralmente são confeccionados com material leve (alumínio ou aço galvanizado) e quase sempre pintados, sendo que geralmente as empresas oferecem mais de 100 tipos de cores.

As informações técnicas para projeto, como vãos permitidos, modulações, detalhes da instalação da estrutura, etc, não são encontrados em algumas páginas dos *brises* industrializados, sendo necessário o contato direto com a empresa. Essa falta de fornecimento de subsídios necessário para um projeto desestimula a aquisição do produto.

Das empresas analisadas apenas duas apresentam acionamento mecânico ou elétrico do *brise*, a maioria oferece apenas o acionamento manual. Isto demonstra que de modo geral, o *brise* industrializado é um elemento de projeto limitado quanto a sua colocação, não sendo, em geral, enxergada a sua grande importância como dispositivo de alteração das condições climáticas internas.

A mobilidade dos *brises* industrializados garante o controle da visibilidade, privacidade e luminosidade no interior da edificação. Já os dispositivos fixos, possuem maior dificuldade para proporcionar tais aspectos.

Contudo a ventilação no ambiente e a dissipação do ar entre os painéis depende praticamente do modo como a estrutura é inserida na fachada, sendo portanto responsabilidade do projetista atentar para esse aspecto.

O controle da radiação solar dos produtos industrializados depende praticamente do projetista. É ele quem definirá a posição e orientação em que o *brise* será inserido com base no seu conhecimento acerca das implicações da radiação solar sobre uma edificação. De nada adiantaria, por exemplo, adquirir um produto dotado de tratamento termoacústico e utilizá-lo de maneira incorreta. É responsabilidade do projetista conhecer os dispositivos de proteção solar à disposição e escolher o que mais se adapta tanto às condições financeiras do cliente, como as próprias exigências ambientais e plásticas da edificação.

O produto *brise-soleil* para a comercialização não apresenta muita versatilidade na composição plástica da edificação, fator que restringe seu uso e desestimula seu uso por parte dos projetistas.

Praticamente todas as empresas alertam para a conservação do material que está diretamente ligada à durabilidade do mesmo.

5.3 O *brise-soleil* na Arquitetura da região central do Estado

Trinta e seis exemplares da arquitetura da região central do Rio Grande do Sul foram selecionados por apresentarem o *brise-soleil* como um dos elementos da sua composição. A seleção abrangeu as seguintes cidades: Santa Maria, Julio de Castilhos, Cruz Alta, Santa Cruz do Sul, Vera Cruz, Candelária, Cachoeira do Sul, Caçapava do Sul (Figura 60). Outras cidades foram pesquisadas como Formigueiro, Restinga Seca, Itaara, São Pedro do Sul, Faxinal do Soturno, Nova Palma e São Martinho da Serra, mas não apresentaram nenhuma edificação contendo o dispositivo de proteção solar externa.

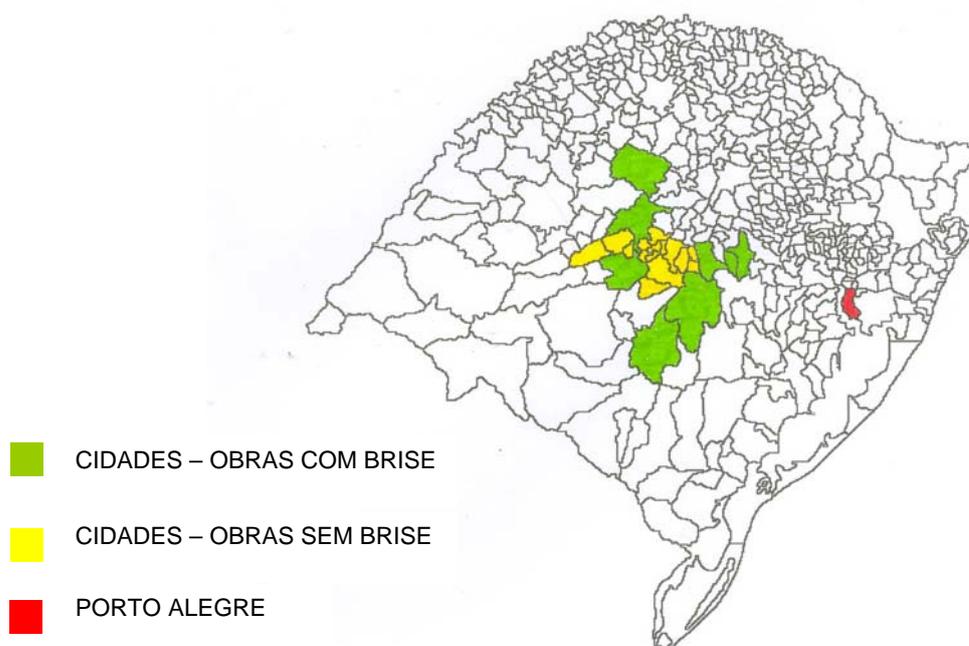


FIGURA 60 – Mapa mostrando a região estudada

A análise foi baseada num levantamento *in loco* para a verificação dos *brises*, desde as condições de funcionamento até a análise da composição arquitetônica. Também foi efetuado, para cada exemplar, um preenchimento de fichas contendo os seguintes itens: tipo de material, acabamento, posição,

inclinação, mobilidade, peso e fixação do dispositivo. Em alguns casos, ocorreram conversas informais com usuários do estabelecimento que serviram de complementação para o estudo. A realização de um levantamento fotográfico completou a pesquisa de campo.

Com levantamento dos dados de cada edificação finalizado, os exemplares foram divididos de acordo com a seguinte classificação:

- 1) Posição - vertical, horizontal ou combinado
- 2) Mobilidade – fixos ou móveis

Após essa classificação, realizou-se a análise específica de cada edificação apresentada em tabela com os seguintes elementos:

1. Nome da edificação;
2. Localização;
3. Tipos de *brises* existentes no prédio analisado;
4. Orientação solar das fachadas que contenham *brise*;
5. Análise do *brise-soleil* dividido em estrutura, painéis e dispositivo.

Após a apresentação da Tabela 9, 10 e 11 com todos os exemplares de cada grupo, são feitas considerações de cada obra quanto aos seguintes aspectos: eficiência ambiental, plasticidade, privacidade, luminosidade, ventilação, visibilidade, durabilidade, custos de implantação e manutenção. O texto contém fotos que exemplificam a análise.

Com base nessas análises individuais e juntamente com os demais estudos efetuados a cerca do *brise-soleil*, foi possível reunir alguns dados significativos que são apresentados nas considerações finais deste trabalho.

TABELA 9 – Classificação e análise dos brises 1

| Edificação | Dispositivo | | | | | Estrutura | | Painéis | |
|---|-------------|---------------------------------------|------------|--------------|---------|--------------|------------|--------------|------------|
| | Posição | Orientação | Mobilidade | Inclinação | Peso | Material | Acabamento | Material | Acabamento |
| 01. Ex-reitoria da UFSM | vertical | O (35° SO) | fixo | 45° | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 02. Bate-bola | vertical | Oeste | fixo | 45° | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 03. Ed. Buenos Aires | vertical | L (20° NE) | fixo | 45° | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 04. Biblioteca Central UFSM | vertical | N (15° NE) | fixo | 45° | elevado | concreto | fulge | concreto | pintura |
| | vertical | O (15° SO) | fixo | 45° | elevado | concreto | fulge | concreto | pintura |
| 05. Tischler Macroatacado | vertical | Oeste | fixo | 45° | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 06. Salão de Atividades Múltiplas | vertical | O (15°SO) S (15° SE) N (15° NO) | fixo | 45° | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 07. Concessionária Toyota | vertical | Noroeste | fixo | 45° | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 08. Secretaria da Saúde | vertical | N (10° NE) | fixo | 45° | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 09. Ed. Romênia | vertical | Leste e Sul | fixo | 45° | médio | metálica | pintura | fibrocimento | pintura |
| 10. Cine Independência | vertical | Oeste | fixo | 45° | elevado | fibrocimento | pintura | fibrocimento | pintura |
| 11. Secretaria da Fazenda | vertical | N (5°NE) O (5°SO) | fixo | 90° | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 12. Ed. Mirador | vertical | 15° SO | móvel | de 0° a 45° | leve | metálica | anodizado | alumínio | anodizado |
| 13. Escola Franciscana São Vicente de Paulo | vertical | 10° NE | móvel | de 0° a 45° | leve | alumínio | anodizado | alumínio | anodizado |
| 14. Banco do Brasil – Vera Cruz | vertical | Oeste | fixo | 45° | médio | metálica | pintura | fibrocimento | pintura |
| 15. Banco do Brasil – Santa Maria | vertical | Oeste | móvel | de 0° a 180° | leve | alumínio | anodizado | alumínio | anodizado |

TABELA 10 – Classificação e análise dos *brises* 2

| Edificação | Dispositivo | | | | | Estrutura | | Painéis | |
|---|-------------|--------------------------|------------|--------------|---------|-----------------------|------------|--------------------|------------|
| | Posição | Orientação | Mobilidade | Inclinação | Peso | Material | Acabamento | Material | Acabamento |
| 16. Reitoria da UFSM | vertical | 20° SO | móvel | de 0° a 180° | médio | metálica | pintura | fibrocimento | pintura |
| 17. Colégio Franciscano Santana | vertical | Leste / Oeste | móvel | de 0° a 180° | leve | metálica | pintura | perfil metálico | pintura |
| 18. Fórum | vertical | Oeste | fixo | 45° | leve | metálico | pintura | chapa metal | pintura |
| 19. Prédio 53 - UNISC | vertical | O (20°SO) | móvel | de 0° a 180° | médio | aço galvan | pintura | Plástico | pintura |
| 20. Prédio 2 - Campus 1 UNIFRA | vertical | Oeste Leste | móvel | de 0° a 180° | leve | alumínio | anodizado | alumínio | anodizado |
| 21. Câmara Municipal de Vereadores | vertical | Oeste | fixo | 90° | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 22. Constantino Pré-vestibular | horizontal | N (10° NO) | fixo | 45° | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 23. Bannisul – Agência Dores | horizontal | N (20° NO) | fixo | 45° | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 24. Centro de Educação | horizontal | Norte | fixo | 45° | médio | metálica | pintura | telha fibrocimento | pintura |
| 25. Hospital Universitário de Santa Maria | horizontal | N (10° NE) | móvel | de 0° a 180° | leve | alumínio | anodizado | alumínio | anodizado |
| 26. Banco do Brasil – Santa Cruz do Sul | horizontal | O (10° SO) L (10° NE) | fixo | 45° | leve | porta-painel metálico | anodizado | painel de alumínio | anodizado |
| 27. Prédio 35 - UNISC | horizontal | N (10° NO) | fixo | 45° | médio | metálico | pintura | plástico | pintura |
| 28. Prédio 52 - UNISC | horizontal | N (20° NO) | fixo | 45° | médio | metálico | pintura | plástico | pintura |
| 29. Estacionamento | horizontal | L (20°NE) | fixo | 45° | médio | madeira | selador | madeira | selador |

TABELA 11 – Classificação e análise dos brises 3

| Edificação | Dispositivo | | | | | Estrutura | | Painéis | |
|---|-------------|------------------------|------------|--------------|---------|-------------|------------|-----------------|------------|
| | Posição | Orientação | Mobilidade | Inclinação | Peso | Material | Acabamento | Material | Acabamento |
| 30. Centro Integrado de Ensino Profissionalizante (CIEP) | horizontal | L (10°SE) | móveis | de 0° a 180° | leve | metálico | pintura | alumínio | anodizado |
| 31. Instituto de Previdência do Estado (IPE) | combinado | N (10°NE) | fixo | - | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 32. Centro de Tecnologia | vertical | Oeste | móvel | de 0° a 180° | médio | aço galvan. | pintura | fibrocimento | pintura |
| | combinado | Leste | fixo | - | elevado | concreto | pintura | concreto | pintura |
| 33. Centro de Ciências Naturais e Exatas | vertical | O (5° SO) | móvel | de 0° a 180° | médio | metálica | pintura | fibrocimento | pintura |
| | horizontal | L (5° SE) | fixo | 45° | médio | metálica | pintura | fibrocimento | pintura |
| 34. Faculdade e Colégio Dom Alberto | vertical | N (20° NO) | móvel | de 0° a 180° | leve | metálica | pintura | chapa metal | Pintura |
| | horizontal | O (20° SO) | móvel | de 0° a 180° | leve | metálica | pintura | chapa metal | pintura |
| 35. Banrisul – Agência Centro | vertical | O (5° NO) | móvel | de 0° a 180° | leve | metálica | pintura | metálico | anodizado |
| | horizontal | N (5° NE) | fixo | - | leve | metálica | pintura | metálico | anodizado |
| 36. Serviço Social do Transporte e Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte | vertical | L (20°NE) O (20°SO) | móvel | de 0° a 180° | leve | metálica | pintura | perfil metálico | pintura |
| | horizontal | N (30°NO) | fixo | - | leve | metálica | pintura | perfil metálico | pintura |

5.3.1 *Brise-soleil* Vertical

De acordo com Bittencourt (1988), (Figura 61) o *brise* vertical é mais indicado para bloquear incidências solares que sejam oblíquas em relação à fachada, tais como as fachadas sudeste, nordeste e sudoeste, especialmente no início da manhã e final da tarde. Quando a insolação é perpendicular à fachada, como acontece com as orientações Leste e Oeste, os *brises* verticais oblíquos são muito eficientes. Entretanto, no caso desse dispositivo estiver posicionado perpendicular à fachada, sua eficiência é praticamente nula.

Considerando que as lâminas verticais fixas estejam oblíquas à fachada, conforme a orientação leste ou oeste, pode-se afirmar que seu sombreamento é mais eficaz que as perpendiculares.

Com relação à mobilidade, os *brises* verticais móveis podem adequar-se de acordo com a posição do sol, admitindo o total sombreamento quando os raios solares atingirem perpendicularmente o plano da fachada.

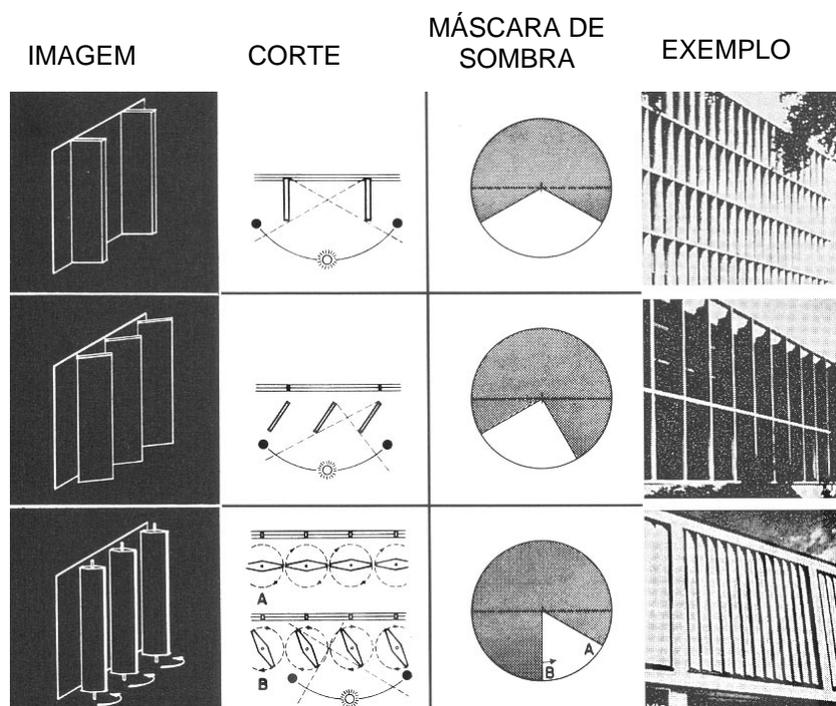


Figura 61 – Exemplos de *brise-soleils* verticais (Olgay, 1998)

As obras da região central do Estado, que possuem *brises* verticais, sejam fixos ou móveis, são apresentadas abaixo através de levantamento fotográfico:



Prédio Bate-bola
Santa Maria



Biblioteca Central - UFSM
Santa Maria



Tischler Macroatacado
Cachoeira do Sul



Salão de Atividades Múltiplas
Cachoeira do Sul



Concessionária Toyota
Santa Maria



Secretaria da Saúde
Cachoeira do Sul

FIGURA 62 (A – F) Edificações com *brise-soleils* verticais



G
Cine Independência
Santa Maria



H
Secretaria da Fazenda
Caçapava do Sul



I
Escola Franciscana São Vicente
de Paulo
Santa Maria



J
Banco do Brasil
Vera Cruz



L
Reitoria da UFSM
Santa Maria



M
Colégio Franciscano Sant'Anna
Santa Maria

FIGURA 63 (G – M) Edificações com *brise-soleils* verticais



Prédio 53 - UNISC
Santa Cruz do Sul



Fórum
Candelária



Câmara Municipal de Vereadores
Júlio de Castilhos



Ex-Reitoria
Santa Maria



Ed. Buenos Aires
Santa Maria

FIGURA 64 (N – R) Edificações com *brise-soleils* verticais



Ed. Romênia
Santa Maria



Ed. Mirador
Santa Maria



Prédio 02 - UNIFRA
Santa Maria



Reitoria UFSM
Santa Maria

FIGURA 65 (S – V) Edificações com *brise-soleils* verticais

PRÉDIO EX- REITORIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA Santa Maria

O prédio da Antiga Reitoria é a única unidade da Universidade Federal de Santa Maria localizada no centro da cidade. Atualmente abriga os cursos de Direito, Administração, Contabilidade, Economia, História (Figura 66).

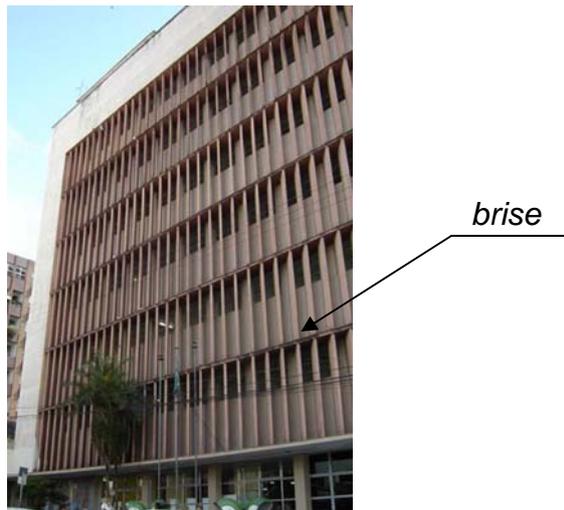


FIGURA 66 – Vista do prédio da Antiga Reitoria

Trata-se de uma edificação implantada em forma de U com volumetria regular, e que apresenta em sua fachada frontal uma composição característica do prédio. As lajes salientes juntamente com laterais externas formam um grande quadro onde os *brises* estão inseridos recobrimdo toda a fachada. Estrutura e painéis formam um mesmo conjunto. Pode-se afirmar que o dispositivo de proteção solar constitui, nesse caso, um elemento de composição plástica, protagonista da linguagem arquitetônica da edificação.

Além de atuar como elemento arquitetônico, o *brise-soleil* exerce de maneira correta a proteção ambiental. A fachada principal com orientação para 35°SO recebe a incidência dos raios solares no período entre 14hrs e 18hrs, principalmente durante a estação do verão. Os *brises* fixos, inclinados a 45°, conseguem proteger eficientemente as aberturas, que sofreriam com o sol da tarde (Figura 67).



FIGURA 67– Vista dos *brise-soleils* verticais e inclinados

As janelas protegidas pelos *brises* localizam-se nas circulações internas do prédio e possuem peitoril alto, comprometendo totalmente a visibilidade para o exterior (Figura 68(A)). Contudo possibilitam a total privacidade dos estudantes do prédio.

As salas de aulas possuem um bom isolamento acústico provocado pela localização da circulação entre a fachada externa e as salas de aula. No entanto a iluminação natural das salas é prejudicada, sendo necessário o uso de iluminação artificial. Essa luminosidade também sofre interferência de outros fatores referentes à própria constituição do *brise*: material, cor e mobilidade. Por tratar-se de painéis de concreto, sua mobilidade torna-se inviável. E a escolha de uma cor basicamente escura prejudica muito a luminosidade natural do ambiente interno, por reduzir a reflexão da luz.

A maneira como foi efetuada a composição do *brise*, dentro de um quadro saliente, prejudicou a dissipação do ar entre os painéis. Pelo fato das placas de concreto estarem limitadas entre as lajes salientes, não ocorre a dissipação do calor entre essas lâminas. (Figura 68(B)).

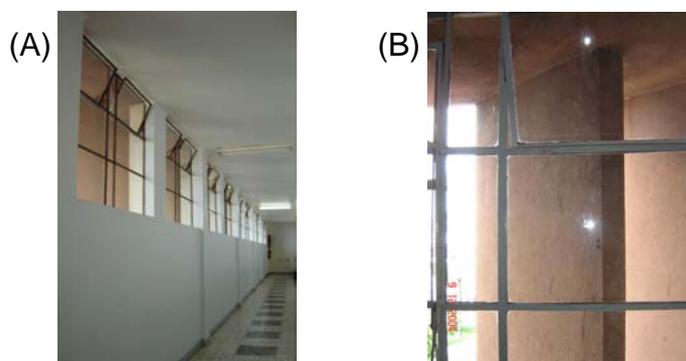


FIGURA 68 – Vistas internas - (A) circulação do prédio (B) detalhe da fixação do *brise*

De acordo com os materiais empregados na confecção do *brise-soleil*, pode-se afirmar que o dispositivo possui boa durabilidade, sendo que a manutenção requer custo razoável, já que necessita de mão-de-obra especializada em pintura externa. Contudo, o custo da tipologia empregada foi dissolvido durante a execução da obra, já que os elementos foram pensados durante o projeto.

BATE - BOLA **Santa Maria**

O prédio possui características de unidades fabris. A fachada frontal (Figura 69(A)) foi elevada através de platibanda para esconder o telhado de fibrocimento que pode ser visto na vista lateral (Figura 69(B)).

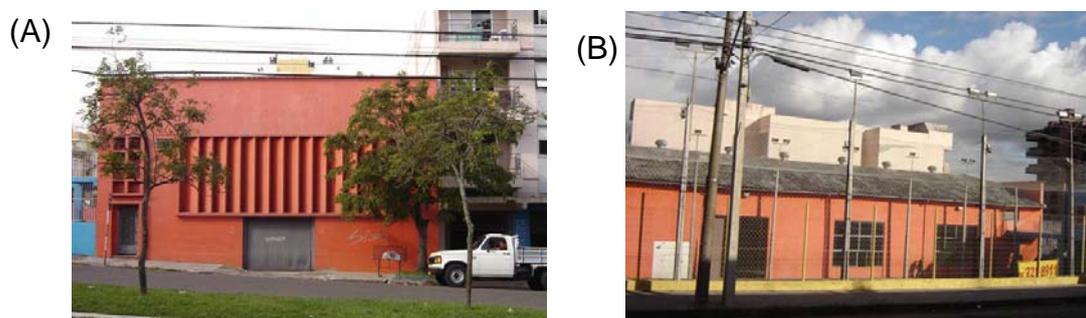


FIGURA 69 – Vistas externas – (A) fachada frontal (B) fachada lateral

A proteção solar através de *brise* ocorre somente na fachada frontal, formando um grande quadro com bordas salientes. Pode-se dizer que o prédio possui como elemento compositivo e plástico mais importante a presença dos *brises*, que além de suas dimensões ocupam a parte central da fachada, sendo portanto o foco da edificação.

Os *brise-soleils* protegem um apartamento localizado no segundo pavimento no interior do prédio. Há uma grande proximidade dos painéis com a fachada, o que impede a adequada manutenção das aberturas e prejudica a

ventilação no interior desse ambiente. A própria manutenção dos *brises* é difícil de ser efetuada.

Em virtude da imobilidade dos protetores solares, não é possível nenhum tipo de visão externa total da paisagem da avenida, visto que toda a área de janelas do apartamento possui a presença do dispositivo. Considerando esse aspecto, a localização do *brise* numa situação como essa é inadequada, impedindo a vista externa do morador e prejudicando a iluminação natural. Entretanto, o morador tem total privacidade no seu apartamento.

O dispositivo de proteção solar foi colocado de maneira correta levando em consideração a eficiência ambiental, pois as placas são verticais e inclinadas para proteger dos raios solares na orientação Oeste. Porém, a cor desses painéis é um aspecto negativo, pois a incidência de raios solares no dispositivo reflete o tom vibrante para o interior do ambiente causando uma sensação térmica de calor, inadequado na estação do verão. (Figura 70).



FIGURA 70 – Vista interna – janelas próximas ao brise e reflexão da cor alaranjada

Confeccionado de concreto, os painéis constituem a própria estrutura do *brise* caracterizando uma composição pesada e de pouca funcionalidade para o usuário da moradia. Da mesma forma da edificação anterior, a durabilidade do dispositivo é boa e o custo de implantação foi dissolvido no montante da obra.

ED. BUENOS AIRES

Santa Maria

O volume prismático retangular foi construído para abrigar unidades habitacionais a partir do segundo pavimento e estabelecimento comercial no térreo. As fachadas possuem faixas verticais que marcam as aberturas, sacadas embutidas e a inserção de *brise-soleils* em determinadas janelas (Figura 71).



FIGURA 71 – Vista externa do Ed. Buenos Aires

A presença discreta dos *brises* caracteriza-os como elementos de fachada, que poderiam ter sido inseridos após a construção do prédio. Entretanto, por serem de concreto, foram pensados e projetados juntamente com a edificação.

As aberturas protegidas pelo dispositivo são das lavanderias dos apartamentos, demonstrando em primeiro lugar a preocupação estética com relação à exposição de roupas na fachada orientada para Leste (20° NE) (Figura 72). Mesmo com a presença dos *brises*, esses ambientes recebem incidência da radiação solar num período da manhã, pelo fato das lâminas estarem posicionadas para receber sol após as 10 horas. Dessa forma, pode-se afirmar que o papel estético do *brise* supera o ambiental, mas não prejudica a função da área de serviço que é a secagem de roupas.



FIGURA 72 – *Brise-soleil* protegendo as áreas de serviço

A luminosidade nas lavanderias poderia ser melhor se os painéis fossem de cor mais clara, que possibilitasse a reflexão dos raios solares para o interior do ambiente. Enquanto a privacidade do espaço é garantida a visibilidade para o exterior é prejudicada.

Os *brises* fixos verticais estão inseridos diretamente sobre a fachada, impedindo a dissipação do ar entre os painéis e aberturas. A ventilação portanto, torna-se mais direcionada e menos abundante na lavanderia. (Figura 73(A)).

A confecção do dispositivo foi efetuada juntamente com a obra, acarretando um custo baixo para sua implantação. Possui vida útil longa e manutenção simples baseada em pintura regularmente. (Figura 73(B)).

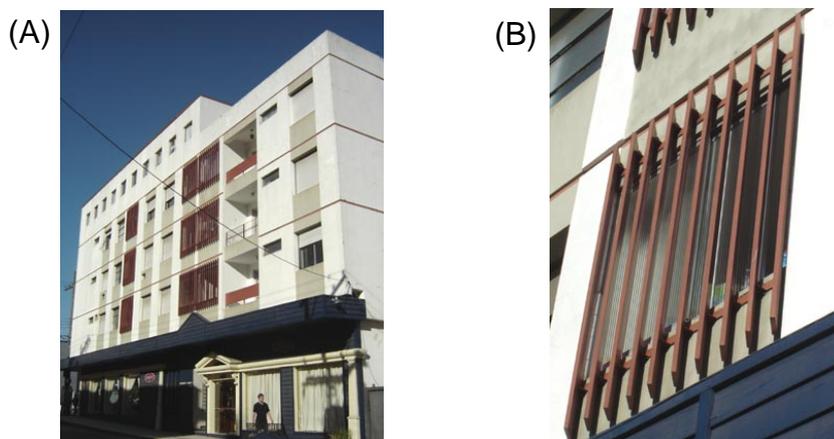


FIGURA 73 – Vistas externas – (A) fachada Leste (B) detalhe dos *brises* verticais fixos

BIBLIOTECA CENTRAL MANUEL MARQUES DE SOUZA – CONDE DE PORTO ALEGRE

Santa Maria

Localizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria, o prédio da Biblioteca abriga toda a bibliografia referente aos cursos da Universidade, bem como salas para leitura, estudos, trabalhos em grupo e outros ambientes de apoio. Essa edificação também possui um espaço para o funcionamento do curso de Arquitetura e Urbanismo (Figura 74).



FIGURA 74 – Vista externa da Biblioteca Central

O volume prismático com características modernistas é apoiado sobre pilotis e apresenta pátio central. As fachadas orientadas que recebem a maior incidência de raios solares - Norte (15°NE) e Oeste (15°NO) - possuem *brise-soleil*, os outros planos possuem aberturas desprotegidas, e a fachada voltada para Sul (15°SO) apresenta a maior área envidraçada. Ambos os *brises* são igualmente verticais e fixos, mas diferem no modo como compõem o volume. O *brise* da fachada Norte está inserido num grande quadro recuado ao plano da fachada. As aberturas estão dispostas entre as placas, perpendicularmente a eles. (Figura 75(A)). Já a outra composição do *brise* assemelha-se a rasgos no plano da fachada Oeste com aberturas também localizadas perpendicularmente aos painéis. (Figura 75(B)). De qualquer modo, percebe-se que o dispositivo de proteção solar compõe plasticamente as duas fachadas, incorporando-se à volumetria do prédio.

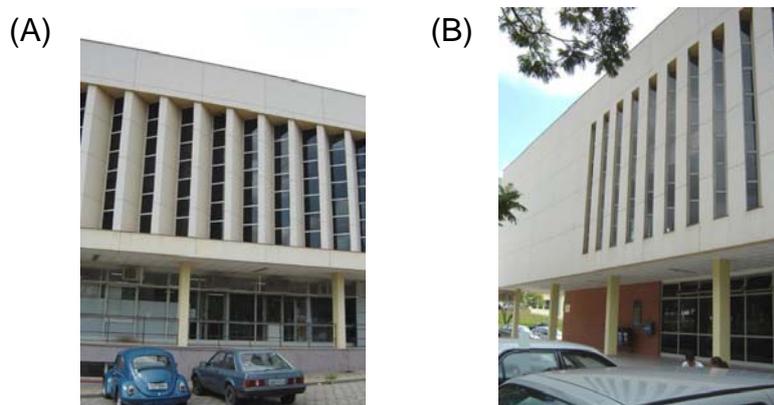


FIGURA 75– Vistas externas – (A) *brise-soleil* da fachada Norte (B) *brise-soleil* da fachada Oeste

Com relação à eficiência ambiental das duas tipologias pode-se afirmar que a fachada Norte recebe incidência solar somente pela parte da manhã, pois à tarde os raios solares são barrados pelo *brise*. Entretanto, na fachada Oeste, o sol incide nas aberturas a partir das 16hrs no solstício de verão. É importante ressaltar que os vidros dessas fachadas possuem películas que auxiliam na proteção contra o sol, mas impedem que a luminosidade no interior da Biblioteca seja suficiente, acarretando na necessidade de iluminação artificial, como mostra a Figura 76.



FIGURA 76 – Vista interna da Biblioteca

A privacidade é obtida em virtude da maneira como as aberturas estão dispostas e com a contribuição das películas solares. Contudo, mesmo sem ser visto, é possível que o estudante tenha uma ótima vista para o entorno.

A composição do *brise-soleil* juntamente com as aberturas não permite a ventilação entre os painéis já que não há espaço entre os mesmos e as janelas. Então o ambiente é ventilado através da própria área envidraçada.

A tipologia de *brise* empregada nessa edificação possui uma ótima durabilidade e sua manutenção deve ser efetuada juntamente com a manutenção da edificação como um todo, sendo portanto mais onerosa.

Pelo fato dos *brises-soleil* serem projetados juntamente e do mesmo material da edificação, o custo de implantação do dispositivo é dissolvido no montante de gastos da implantação do prédio.

MACRO-ATACADO TISCHLER

Cachoeira do Sul

A edificação semelhante a um grande pavilhão industrial abriga as atividades da rede de Supermercados Tischler, e está localizada num dos bairros da cidade. A modulação da proposta é percebida através dos pilares aparentes e das aberturas protegidas por *brise-soleils* verticais (Figura 77).



FIGURA 77 – Vista externa da fachada oeste

Os dispositivos de proteção solar estão inseridos somente sobre as aberturas, levemente salientes e limitados por um quadro formado por pilares e vigas (Figura 78(A)). Devido a sua proporção em relação à volumetria do prédio, pode-se afirmar que os *brises* atuam com evidência na composição da fachada, destacando-se do revestimento em tijolo à vista. Contudo, seu papel

ambiental é eficientemente exercido neste caso, pois protegem o interior do estabelecimento da incidência solar no período da tarde. Já a fachada orientada para Leste não foi protegida por *brises*.

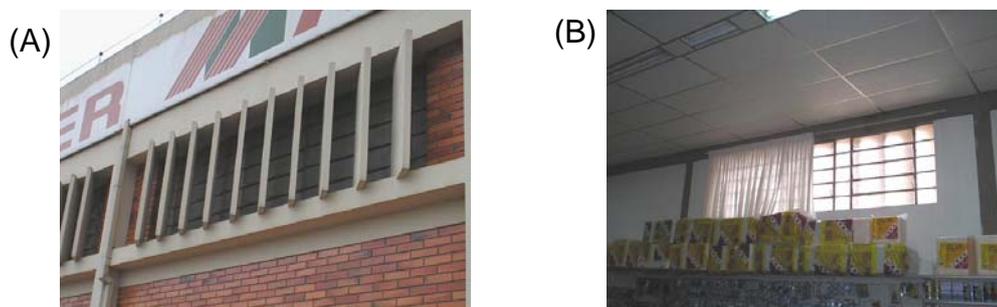


FIGURA 78 – (A) *Brises* limitados por pilares e vigas (B) Presença de cortinas internas nas janelas

As janelas do tipo basculante localizam-se na parte superior das paredes impossibilitando qualquer visibilidade para o exterior, mas garantem total privacidade ao estabelecimento. A presença de cortinas internas nas aberturas prejudica a luminosidade no interior do ambiente (Figura 78(B)). Outro aspecto comprometido é a ventilação natural do ambiente, sendo complementada mecanicamente.

Por se tratar de *brise-soleils* de concreto e fixos, sua manutenção é fácil e não muito onerosa e durabilidade excelente. Os custos para implantação são dissolvidos durante a execução da obra, já que os protetores foram pensados durante a fase de projeto.

SALÃO DE ATIVIDADES MÚLTIPLAS

Cachoeira do Sul

Dependências da Sociedade Rio Branco, encontra-se o anexo denominado Salão de Atividades Múltiplas (Figura 79), que como o próprio nome diz, abriga atividades dos mais variados tipos, desde festas a pequenas feiras locais.



FIGURA 79 – Vista externa do Salão de Atividades Múltiplas

Os grandes vãos das aberturas são protegidos por *brises*, que estão inseridos dentro de uma moldura (Figura 80(A)).

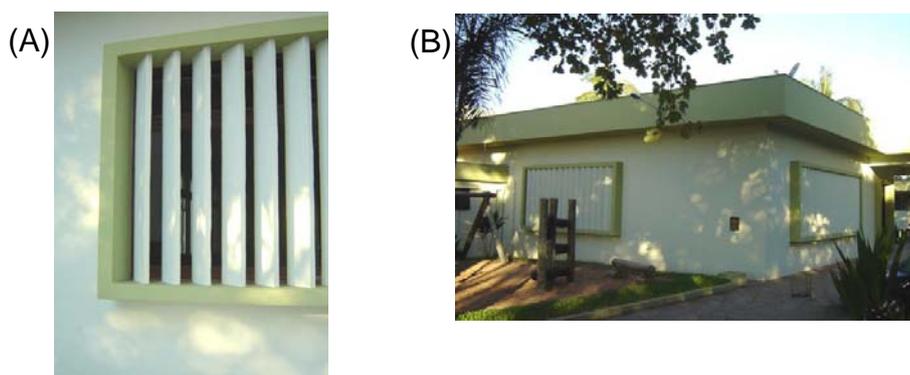


FIGURA 80 – Vistas externas – (A) *brise* limitado por moldura (B) fachadas Norte e Oeste respectivamente

A proteção solar ocorre nas três faces externas, orientadas para Oeste (15° SO), Norte (15° NO) e Sul (15° SE) (Figura 80(B)). Sendo assim, verifica-se que os *brises* comportam-se primeiramente como elementos arquitetônicos para depois exercerem seu papel ambiental. Somente a fachada Oeste necessita de proteção solar, sendo o uso de *brise* na fachada Sul meramente estético. Já a fachada Norte possui grande sombreamento obtido pela arborização que atenua a incidência de raios solares.

Os elementos fixos de proteção solar comprometem a visão do ambiente exterior, mas a privacidade das atividades exercidas no espaço interno é

garantida. Já, as janelas de correr, dispostas em todas as fachadas, proporcionam ventilação natural cruzada no salão.

A edificação também é protegida naturalmente através do sombreamento exercido pelas árvores, comprometendo ainda mais a iluminação natural no interior do ambiente (Figura 81).

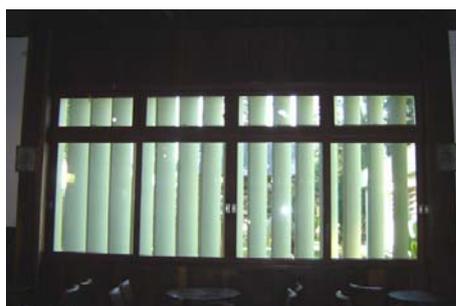


FIGURA 81 – Vista interna – precariedade na luminosidade, privacidade garantida e pouca visibilidade para o exterior

Como foi visto e analisado na obra anterior, em virtude das características técnicas dos *brises*, estes possuem uma ótima durabilidade e facilidade na manutenção. Da mesma forma pode-se afirmar as vantagens no custo de sua implantação.

CONCESSIONÁRIA TOYOTA Santa Maria

A edificação, que abriga as atividades da Concessionária, se desenvolve a partir de um grande prisma regular, marcado com duas faixas de aberturas horizontais protegidas por *brise-soleils*. O dispositivo, inserido dentro do quadro de aberturas, integra-se ao conjunto de maneira positiva, contribuindo na composição volumétrica da arquitetura (Figura 82).



FIGURA 82 – Vista externa da Concessionária Toyota

A orientação da fachada principal é Noroeste e recebe incidência solar no período da tarde. Nesse caso, é correta a colocação dos *brises* que além de protegerem, refletem eficientemente a incidência da radiação solar, em virtude da cor branca em que foram pintados. A cor também auxilia na luminosidade no interior do ambiente.

O afastamento entre os painéis e destes com relação às aberturas permitem a dissipação do calor entre as placas. Da mesma forma, a privacidade é garantida. Entretanto, a visibilidade é parcial em virtude de os *brises* serem fixos (Figura 83(A))

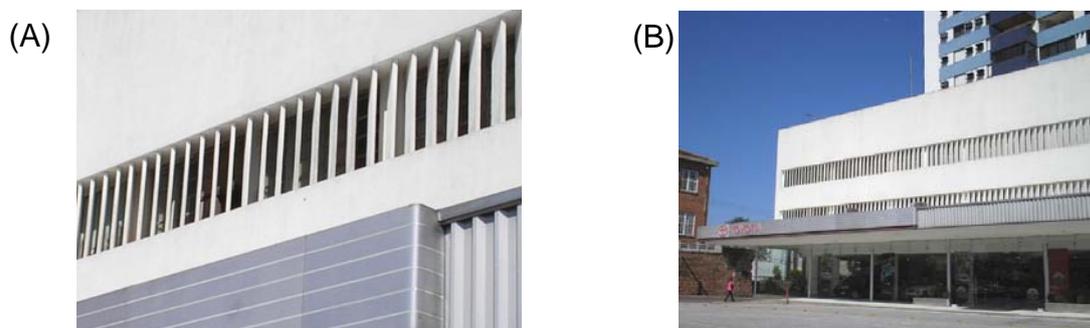


FIGURA 83 – Vista externa (A) afastamento entre os painéis fixos (B) *brise-soleils* integrados na edificação

O concreto, material empregado na construção dos *brise-soleils*, demonstra que estes foram pensados na fase de projeto, sendo integrados à edificação (Figura 83(B)). A manutenção é realizada juntamente com a da edificação e possui vida útil longa. O custo de implantação também não é oneroso, sendo dissolvido durante a execução da obra.

SECRETARIA DA SAÚDE Cachoeira do Sul

O bloco que abriga a Secretaria da Saúde possui proposta compacta e simétrica, definida pela circulação vertical localizada no centro e circundada por salas. A fachada principal, onde se dá o acesso à edificação, possui *brise-soleils* verticais protegendo as aberturas (Figura 84).



FIGURA 84 – Vista externa da Secretaria da Saúde

Os dispositivos de proteção solar participam de maneira discreta na arquitetura em análise, caracterizando-se como elementos de fachada na composição plástica da edificação. Os painéis são fixos e protegem as janelas orientadas para Norte (10°NE) (Figura 85(A)). Entretanto, o posicionamento dos painéis inserido na fachada permite que ocorra incidência de radiação solar durante toda a tarde, período mais crítico para o ganho de calor. Os ambientes são protegidos apenas durante o período da manhã. Sendo assim, pode-se afirmar que os *brises* não cumprem adequadamente seu papel ambiental.

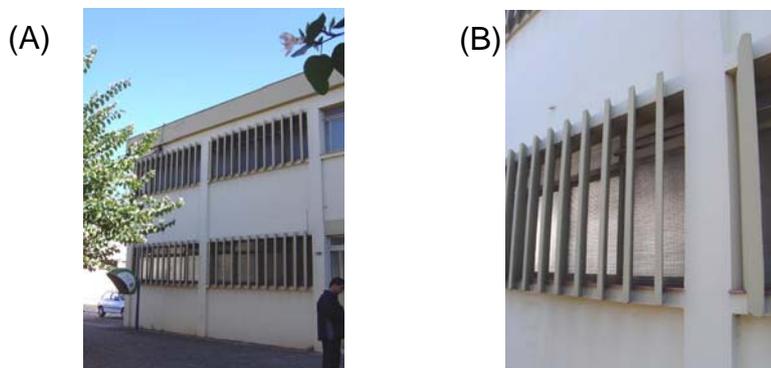


FIGURA 85 – Vistas externas – (A) fachada Norte (10°NE) (B) *brise-soleil* e vidro mini-boreal nas aberturas

Como o dispositivo está inserido diretamente sobre a janela, não ocorre dissipação do ar entre os painéis e o vidro, e a ventilação torna-se parcial e direcionada. A iluminação natural tem que ser complementada pela artificial, principalmente em virtude dos vidros não serem lisos, o que dificulta ainda mais a luminosidade. Da mesma forma, a visão para o exterior também é prejudicada. (Figura 85(B)).

Somente o aspecto privacidade não apresenta nenhuma dificuldade para exercer sua função.

Em virtude da maneira que os *brises* foram engastados nas aberturas e devido ao material que foram confeccionados, pode-se afirmar que esses dispositivos foram pensados na fase de projeto e executados junto com a edificação. Sendo assim, seu custo de implantação foi relativamente baixo. Do mesmo modo que o prédio, sua durabilidade está vinculada a manutenção periódica da pintura.

EDIFÍCIO ROMÊNIA

Santa Maria

Prédio residencial que abriga apartamentos de 1, 2 e 3 dormitórios distribuídos em 6 andares.

Sua volumetria simples é marcada pelo tratamento dado às fachadas através de uma combinação de cores em faixas horizontais e *brise-soleils* que enfatizam uma verticalização particularmente percebida na fachada Leste onde é localizado o acesso principal (Figura 86(A)). As duas composições dos *brises* abrangem desde o segundo pavimento até o último. Entretanto, esse dispositivo não é inserido somente na fachada Leste, aparecendo também na orientação Sul, em outra proporção. (Figura 86(B)).

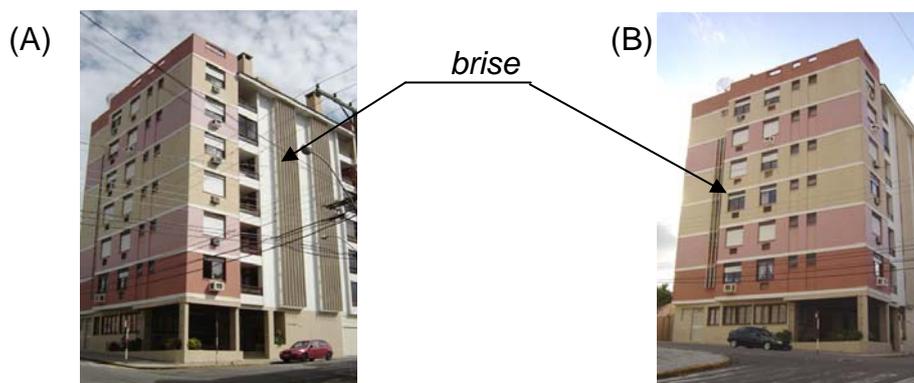


FIGURA 86 – Vistas externas – (A) Ed. Romênia (B) fachada Sul

A orientação Sul não possui qualquer necessidade de proteção contra a incidência de raios solares, pois estes não atingem essa orientação. Nesse caso, a inserção do *brise* é para efeito estético, já que as aberturas protegidas são das áreas de serviços dos apartamentos e os elementos de proteção impedem que as roupas fiquem expostas na fachada principal e lateral do prédio.

Outra consideração a ressaltar é com relação à composição plástica exercida pelo *brise* na volumetria do prédio. A fachada Leste foi interferida positivamente segundo esse aspecto pela presença desse dispositivo. Porém, a orientação Sul apresenta o dispositivo de uma forma muito singela com pouca expressão plástica.

Os *brises* da fachada Leste foram dispostos de modo a barrar a incidência solar nas primeiras horas da manhã e permitir a entrada dos raios de sol até pouco depois do meio-dia. Entretanto, esses dispositivos da maneira como foram inseridos, prejudicam a luminosidade natural da lavanderia e conseqüentemente da cozinha que necessita de energia artificial para um bom funcionamento. Da mesma forma a visibilidade é obstruída, não sendo possível estabelecer qualquer relação com a vista externa do prédio (Figura 87). A ventilação não é prejudicada já que o *brise* possui um bom afastamento da parede e entre os próprios painéis.

A inserção do dispositivo de proteção solar na fachada Leste contribui negativamente para o conforto dos ambientes residenciais, visto que é

imprescindível a incidência de sol no período da manhã, principalmente se levar em consideração o clima do Rio Grande do Sul.



FIGURA 87 – Vista interna – janela da área de serviço e cozinha

Nesse prédio, os dispositivos de proteção solar são compostos de painéis de fibrocimento pintados fixados a 45° numa estrutura metálica afastada da alvenaria. Com o objetivo de dar continuidade, os painéis foram ligados um acima do outro por meio de suporte metálicos, proporcionando dessa forma a verticalização encontrada nas fachadas. (Figura 88(A)). Pode-se dizer que o dispositivo possui boa durabilidade se for feita manutenção periódica. Se houver necessidade de trocar alguma peça, os materiais empregados no protetor solar podem ser adquiridos facilmente e com custo razoável. Não havendo necessidade de trocas o custo de manutenção também é acessível, pois se trata apenas de pintura feita regularmente.

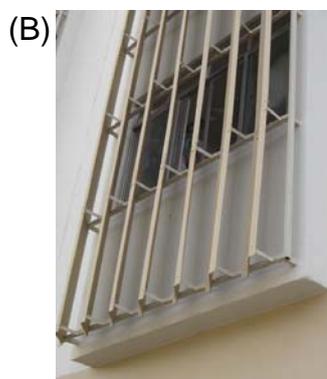


FIGURA 88 – Detalhes – (A) fixação entre os painéis (B) fixação dos painéis na estrutura metálica

CINE INDEPENDÊNCIA

Santa Maria

Um grande bloco prismático regular compõe o prédio que abrigava antigas instalações do Cine Independência. Inserido na Praça Saldanha Marinho, o plano frontal exerce predomínio sobre os demais, pelo tratamento dado a essa fachada e pelo fato de as outras serem cegas.

A presença do *brise-soleil* inserido dentro do quadro de abertura destaca-se e ao mesmo tempo possui uniformidade com a fachada. Pode ser considerado um elemento arquitetônico contribuindo para a composição plástica da edificação (Figura 89).



FIGURA 89 – Vista externa do Cine Independência

Com orientação para Oeste, os *brises* verticais fixos exercem de modo correto seu papel de barrar os raios solares durante o período da tarde. Dessa forma além de elemento compositivo, tem grande eficiência na questão de conforto térmico. Interno.

Os ambientes que estão protegidos pelo dispositivo exerciam a função de apoio ao cinema, como sala de projeção dos filmes, e ficavam no lado oposto à platéia. Embora devidamente protegidas, as janelas do tipo basculante dificultam a manutenção dos *brises*, que nesse caso deve ser externamente (Figura 90(A)). Uma tela externa protege o quadro de abertura contra a entrada de insetos, possibilitando que a janela fique aberta por mais tempo. Entretanto, o tipo de abertura, a maneira como os painéis dos *brises*

estão fixados e a existências das telas externas comprometem a ventilação dos ambientes (Figura 90(B)).

A iluminação natural no interior desses ambientes é muito agradável, pelo fato do protetor solar ser da cor branca, refletindo os raios solares e iluminando naturalmente esses espaços.



FIGURA 90 – (A) vista interna do ambiente (B) detalhe da fixação dos painéis

Percebe-se através da Figura 89(A) que a visibilidade para o exterior é prejudicada mais pela tipologia da janela do que pela inserção dos *brises*. Contudo, as salas possuem uma ótima privacidade.

A localização dos *brises*, dentro de um quadro, permite que sejam mais bem protegidos contra as intempéries, possibilitando maior durabilidade. Todavia, deve-se pintá-los regularmente para que exerçam seu papel de maneira eficaz. O custo, tanto de implantação quanto de manutenção é adequado comparando os benefícios obtidos pelo dispositivo.

SECRETARIA DA FAZENDA Caçapava do Sul

A edificação localizada numa das esquinas principais da cidade de Caçapava do Sul, abriga no térreo as atividades do Banco do Brasil, e no segundo pavimento a Secretaria da Fazenda do município.



FIGURA 91 – Vistas externas – (A) fachada Norte (B) fachada Oeste

A fachada principal e a lateral apresentam *brise-soleils* localizados principalmente no segundo pavimento do prédio (Figura 91). Estes apesar de se destacarem na fachada por suas dimensões, configuram elementos de média escala, por não fazerem parte da própria estrutura. Os dispositivos possuem grandes saliências que se integram ao conjunto e caracterizam a composição plástica da volumetria da edificação.

A fachada Norte (5°NE) é bem protegida da radiação solar nas primeiras e últimas horas do dia, enquanto que a fachada lateral orientada para Oeste (5°SO) recebe incidência solar durante o período da tarde. Isso ocorre pelo fato dos *brises* estarem posicionados perpendicularmente ao plano da fachada ao invés de inclinados.

Contudo, o posicionamento dos dispositivos, lateralmente às aberturas proporciona um sombreamento das mesmas, na fachada Norte (Figura 92(A)). Dessa forma, obstruem menos a visibilidade para o exterior e permite uma boa entrada de luz natural (Figura 92(B)).

A inclinação de 90° com relação à fachada também possibilita uma adequada privacidade aos usuários, e a ventilação no ambiente não sofre qualquer interferência.

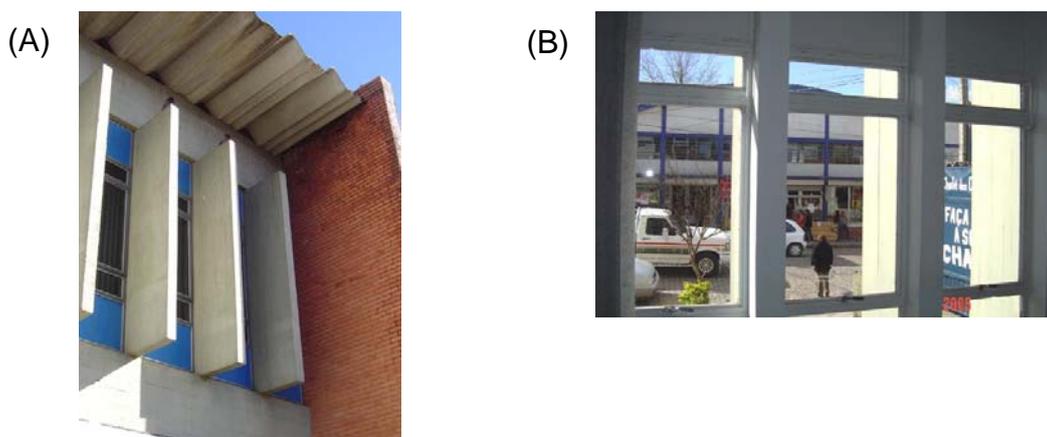


FIGURA 92– (A) *brises* perpendiculares à fachada (B) vista interna

O material empregado na confecção desses *brises* é o concreto armado, dispensando grandes investimento para sua implantação. A manutenção é fácil e com custo razoável, mas necessária para que o dispositivo tenha uma vida útil bastante longa.

EDIFÍCIO MIRADOR Santa Maria

O prédio de habitação unifamiliar de 4 pavimentos, localizado numa esquina movimentada da cidade, possui arquitetura simples, com reentrâncias e sacadas que dão certo movimento na volumetria (Figura 93).



FIGURA 93– Vista externa do Ed. Mirador

Os *brise-soleils* foram inseridos no vão das janelas na fachada lateral e caracterizam-se como elementos adicionados ao conjunto arquitetônico. Não possuem grande representatividade na composição plástica do prédio, concluindo-se que tenham sido colocados posteriormente.

A fachada lateral recebe incidência solar no período da tarde (Oeste 15° SO) e portanto, os *brises* verticais e móveis protegem de maneira eficiente as áreas de serviço (Figura 94(A) e 94(B)).

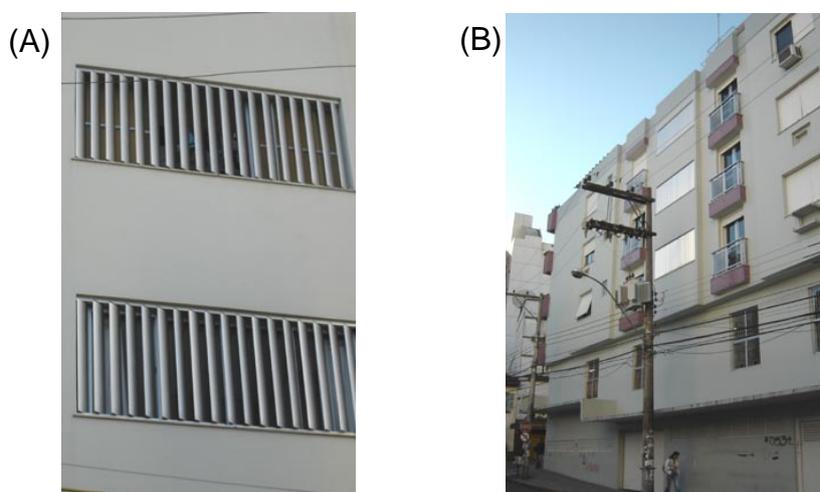


FIGURA 94 – (A) *brises* verticais móveis (B) fachada Oeste

A visibilidade para o exterior é parcial pelo fato de que as lâminas movimentam-se até 45°. Contudo, a privacidade obtida pelos dispositivos garante que as lavanderias não fiquem expostas para a rua (Figura 95).



FIGURA 95 – Áreas de serviço protegidas pelos *brise-soleils*

Apesar da presença de elementos de proteção solar nas janelas das áreas de serviço, esses ambientes são bem ventilados e possuem uma adequada iluminação natural.

O material empregado na confecção dos *brises* é alumínio anodizado, que permite ótima reflexão dos raios solares. Por tratar-se de alumínio, um material mais frágil, o dispositivo de proteção solar somente possui longa durabilidade se tiver boa manutenção e cuidados no manuseio.

ESCOLA FRANCISCANA SÃO VICENTE DE PAULO

Santa Maria

Trata-se de um edifício projetado para atender as atividades da Educação Infantil e do Ensino Fundamental (1ª a 8ª série). A fachada principal demonstra uma preocupação tanto com a questão plástica quanto da ambiental. A volumetria levemente recortada e a composição de cores estão em sintonia com a utilização dos *brises*, que contribuem plasticamente na edificação (Figura 96).



FIGURA 96 – Vista externa da Escola

No aspecto ambiental, o *brise* vertical móvel não atende adequadamente a função de protetor solar. Para proteger corretamente a fachada orientada para Norte (10°NE) deveria ser usado *brise* horizontal. Apesar da mobilidade

dos painéis, estes quando estão com abertura máxima, protegem os ambientes do sol da manhã e permite a entrada dos raios solares durante à tarde, período crítico nos dias de calor. É por essa razão que as salas possuem cortinas internas (Figura 97).



FIGURA 97 – Vista interna – uso de cortinas

Em virtude da inclinação das lâminas serem de 0° a 45° , há um prejuízo tanto na luminosidade dos espaços internos, sendo necessário o uso de iluminação artificial, quanto na visibilidade externa. Todavia, a privacidade nesses ambientes é mantida. (Figura 98(A)).

Contudo, o afastamento entre o dispositivo e as janelas permite que ocorra uma boa ventilação nos ambientes. A dissipação do ar ocorre também em função das aberturas na parte superior e inferior do dispositivo, impedindo que o calor acumulado nos painéis entre nas salas (Figura 98(B)).

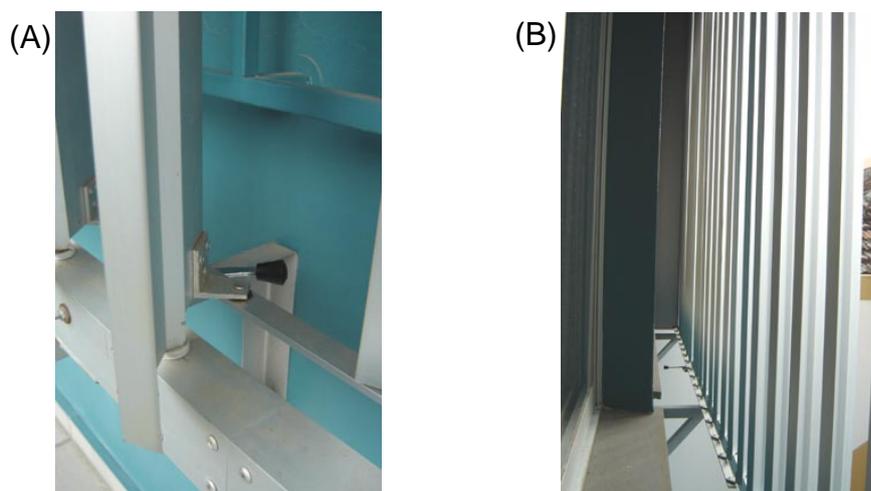


FIGURA 98 – Detalhes - (A) abertura máxima dos painéis é de 45° (B) espaço entre os brises e as janelas

A estrutura metálica do dispositivo, sustentada com mão-francesa, e os perfis metálicos constituindo os painéis repercutem em custos de implantação razoáveis. Já a durabilidade do material é muito boa, principalmente se ocorrer uma manutenção periódica das guias que dão mobilidade aos *brises*. Os painéis precisam apenas de limpeza com pano úmido para manterem-se com o brilho natural do alumínio que reflete eficientemente os raios solares.

BANCO DO BRASIL

Vera Cruz

O volume da edificação resulta de uma combinação de alvenaria de tijolos à vista, panos de vidro, colunas e dispositivos de proteção solar vertical e horizontal. Todos esses elementos dão um caráter único à edificação térrea do Banco do Brasil em Vera Cruz (Figura 99).



FIGURA 99 – Vista externa do banco do Brasil

Os *brises* verticais contribuem na composição do volume do prédio e estão inseridos de modo diferenciado comparado aos que geralmente são utilizados. Em virtude do formato dos painéis e da maneira como foram fixados pode-se afirmar que os dispositivos foram projetados especificamente para essa edificação adotando uma função plástica. No entanto, não é somente o valor estético que os *brises* proporcionam, mas também e de modo eficiente, proteção solar para a face Oeste do edifício, passando a exercer sua função ambiental (Figura 100(A) e 100(B)).

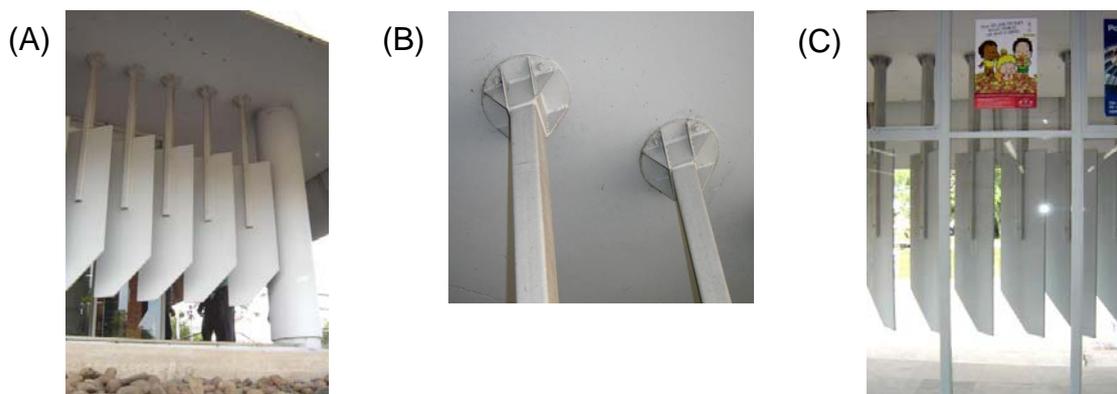


FIGURA 100 – (A) vista dos *brises* verticais (B) detalhe da fixação dos perfis metálicos na laje (C) vista interna do Banco

Observa-se no ambiente interno do Banco que não há uso de cortinas, demonstrando a eficiência do *brise* como um protetor solar (Figura 100(C)). Nota-se também através desta Figura que há uma circulação de ar entre os painéis e as janelas, contribuindo para a ventilação natural do estabelecimento, pois existe a possibilidade de abertura total das janelas.

As dimensões dos painéis não obstruem totalmente a visibilidade para o exterior, mas certamente proporcionam grande privacidade para os usuários do Banco. Com relação à luminosidade, como em todo ambiente bancário, há grande uso de iluminação artificial, que não seria tão necessária com a existência dos *brises*, principalmente no período da tarde.

Os tipos de materiais empregados no dispositivo, painéis em fibrocimento e estrutura metálica, representam baixo custo de implantação do *brise* frente aos benefícios produzidos, principalmente por serem fixos, acarretando custo reduzido comparado aos móveis. A durabilidade é garantida com a manutenção periódica através de pintura das placas e estrutura de fixação.

BANCO DO BRASIL

Santa Maria

As atividades do Banco do Brasil são distribuídas nos quatro pavimentos do prédio situado na Av. Rio Branco. Sua composição plástica é determinada e caracterizada pela presença de *brises* verticais móveis que compõe toda a extensão da fachada principal (Figura 101(A)).



FIGURA 101– (A) Vista externa da edificação (B) vista da modulação dos *brises*

Os protetores solares localizam-se dentro do grande vão das janelas, limitado somente pelas lajes e paredes externas, existindo uma modulação regular da estrutura metálica que sustenta os painéis, demonstrando o dimensionamento dos *brises* especificamente para os vãos. Existem alguns módulos que estão desprovidos de lâminas protetoras (Figura 101(B)).

O plano frontal é orientado para Oeste, justificando o uso de *brise-soleil* vertical para impedir a penetração dos raios solares da tarde. Sendo assim, afirma-se que os elementos protetores cumprem eficientemente seu papel ambiental.

O conjunto de *brises* está distanciado cerca de 1m do plano das aberturas, oferecendo uma circulação para a manutenção do dispositivo e movimentação dos painéis. O recuo auxilia tanto na ventilação do espaço como na proteção solar (Figura 102(A)).

Outro benefício causado pela galeria é a privacidade dos usuários e funcionários do Banco, não sendo perceptível sua visão do exterior. Já a visibilidade externa é conseguida pela possibilidade de movimentação dos

brises, principalmente nos períodos da manhã e em dias nublados, onde não há incidência direta dos raios solares sobre a fachada. Entretanto, percebe-se, pelo abandono do dispositivo, que essa vantagem não é muito utilizada pelos usuários (Figura 102(B)).

A falta de conhecimento do uso e vantagens do *brise* é representada nos dois últimos pavimentos, onde se encontram cortinas, que efetuam a mesma função do dispositivo externo. Sendo assim, a iluminação artificial é responsável pela luminosidade dos ambientes.

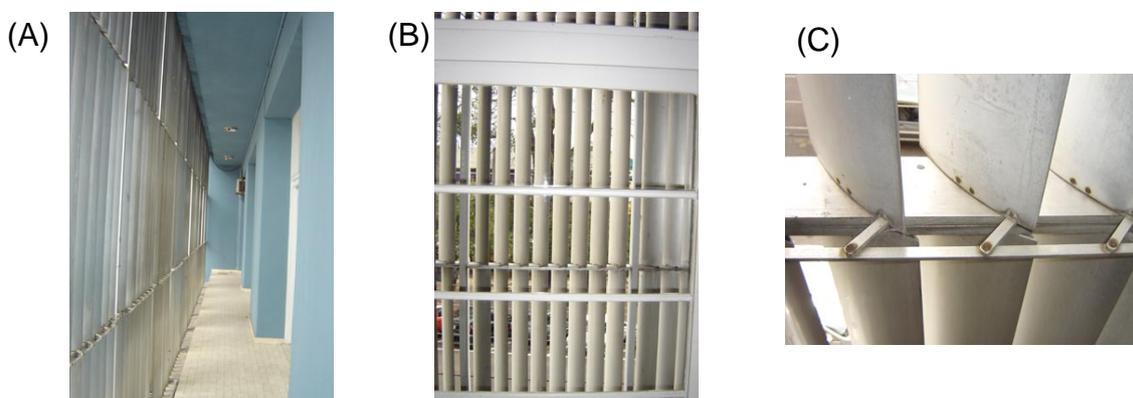


FIGURA 102 – (A) vista interna da galeria (B) vista interna dos *brises* (C) detalhe dos painéis e guia metálica

As lâminas que constituem o *brise-soleil* são tipo asa de avião e sua interligação se dá por uma guia metálica, para que ocorra a movimentação de um grupo de painéis. O sistema torna-se de custo mais elevado do que os outros dispositivos vistos até agora, em virtude de ter acabamento em alumínio anodizado que apresenta um fator de reflexão muito vantajoso.

O tipo de material utilizado no protetor garante a boa durabilidade do dispositivo e uma manutenção simples e fácil, que deve ser mais criteriosa com relação à guia metálica que dá mobilidade ao conjunto (Figura 102(C)).

REITORIA DA UFSM

Santa Maria

A administração geral da Universidade Federal de Santa Maria é distribuída em 9 pavimentos num único bloco retangular, posicionado no mesmo eixo da avenida principal que dá acesso ao campus universitário (Figura 103(A)).

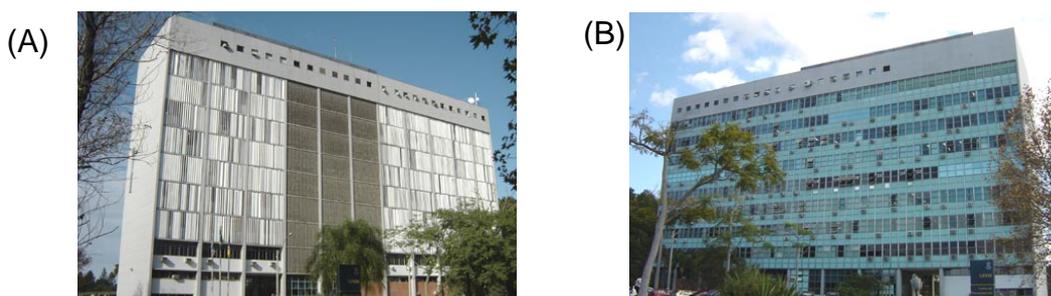


FIGURA 103– Vista externa - (A) fachada Oeste (B) fachada Leste

A composição plástica da fachada Oeste (20°SO) é caracterizada pela presença de dois elementos, ambos de proteção solar: o *brise-soleil* e o cobogó. O *brise* protege as salas de trabalho dos diversos pavimentos enquanto a escada e o hall de cada pavimento são marcados pelo cobogó. Já a fachada Leste (20°NE) é totalmente revestida por módulos alternados por placas opacas e vidros, destituído de qualquer proteção solar. Para combater o acúmulo de calor recebido nos ambientes, usou-se condicionamento artificial e películas protetoras nos vidros (Figura 103(B)).

Os *brises* estão limitados pelas saliências das lajes e pilares dispostos regularmente, e foram afastados das aberturas cerca de 35cm permitindo uma adequada ventilação nas salas. (Figura 104(A)). Sua eficiência é causada não apenas pela correta inserção na fachada, mas principalmente pela mobilidade do dispositivo. A movimentação é feita por painel, possibilitando que o usuário defina os pontos que quer proteção dos raios solares (Figura 104(B)).

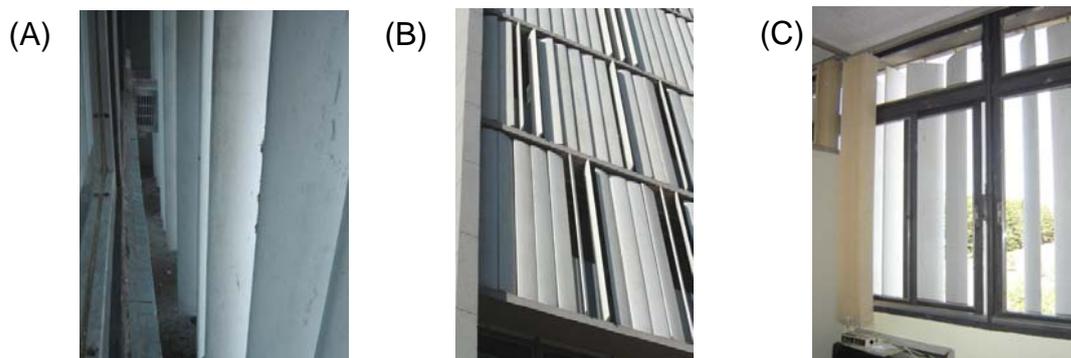


FIGURA 104 – (A) espaço entre *brises* e janelas (B) mobilidade dos *brises* (C) vista interna

O fator mobilidade também possui outro benefício: possibilita a visão do ambiente externo, de acordo com a necessidade e vontade do usuário. Da mesma forma a privacidade pode ser mantida. Entretanto, as salas orientadas para Oeste utilizam iluminação artificial, principalmente pela parte da manhã pois não ocorre incidência de raios solares. Em geral, pode-se considerar que a iluminação natural interna é boa (Figura 104(C)).

A durabilidade do dispositivo de proteção solar está ligada à sua conservação, já que o *brise* é móvel e necessita de maiores cuidados. Dessa forma, sua manutenção deve ser periódica principalmente com relação ao sistema que permite a movimentação dos painéis. No caso dos *brises* fixos, não existe essa preocupação, de modo que a manutenção torna-se mais simples. O mesmo ocorre com o custo de implantação. Com um sistema para dar mobilidade e painéis próprios para essa função, o investimento aumenta consideravelmente, devendo levar em conta o custo/benefício do dispositivo.

COLÉGIO FRANCISCANO SANT' ANNA – PRÉDIO 2 **Santa Maria**

No bloco prismático localizado no centro de Santa Maria, encontram-se as salas de aula, que se dispõem simetricamente ao centro do volume onde está situada a circulação vertical do prédio. Essa simetria também é enfatizada

pela regularidade das aberturas e dos *brises* que compõem as fachadas Oeste e Leste da edificação (Figura 105(A) e 105(B)).

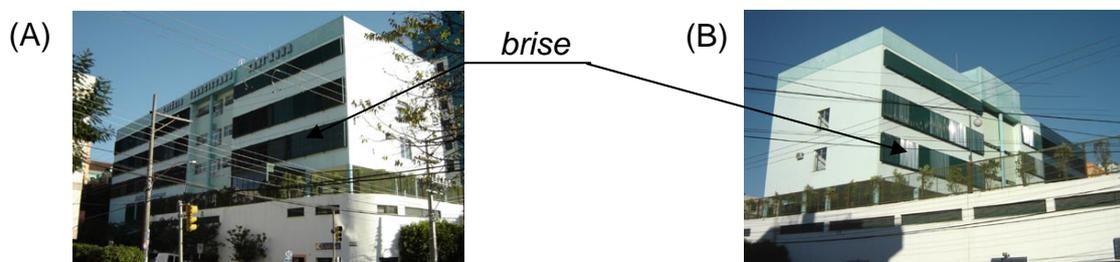


FIGURA 105 – Vista externa - (A) fachada Leste (B) fachada Oeste

A composição plástica da arquitetura foi interferida pela inserção dos *brises*, que foram colocados posteriormente para resolver problemas de radiação solar, comportando-se desse modo como elementos de fachada. A escolha correta do *brise* vertical móvel nas fachadas orientadas para Leste e Oeste resolve a problemática da excessiva incidência solar nos períodos da manhã e tarde, mas apresenta outros problemas que invalidam a função do dispositivo. Pois seu papel ambiental foi prejudicado pela cor escura e por ser inserido dentro de um quadro fechado junto às aberturas.

A cor escura, além de absorver muito a radiação solar, compromete a luminosidade natural das salas de aula. Quando os *brises* estão fechados, os ambientes ficam muito escuros, sendo necessário a aberturas dos painéis para que as cortinas sejam acionadas, permitindo uma iluminação razoável nas salas (Figura 106(A)). A visibilidade também é comprometida, e somente a privacidade atende seu objetivo.

O modo como os *brise-soleils* foram incorporados às fachadas prejudicou a ventilação dos espaços internos. O quadro totalmente fechado que estrutura os painéis impede a dissipação do ar acarretando no abafamento das salas de aula. Por esse motivo, foi colocado ar-condicionado em todos os compartimentos (Figura 106(B)).



FIGURA 106 – (A) uso de cortinas e ar-condicionado nas salas de aula (B) quadro fechado saliente à fachada

O custo de implantação dos protetores solares externos foi relativamente alto, principalmente se for levado em consideração o não cumprimento do objetivo principal. Sendo assim, além do alto investimento com ar-condicionado, possui como grande desvantagem o exacerbado consumo energético.

A manutenção das guias metálicas responsáveis pela movimentação das placas deve ser periódica, para que o dispositivo seja durável. O espaço entre as aberturas e os *brises* também deve ter manutenção, bem como os painéis (Figura 107(A) e 107(B)).



FIGURA 107– (A) detalhe da guia metálica e alavanca (B) espaço entre painéis e janela

FÓRUM

Candelária

A edificação se desenvolve a partir de um prisma regular, composto de dois pavimentos onde, no térreo executam-se as atividades do Banco do Brasil, e no pavimento superior funciona o Fórum da cidade. O volume central saliente à fachada se comporta como eixo da simetria do prédio observado no segundo pavimento através das aberturas com *brise-soleil* (Figura 108).



FIGURA 108 – Vista externa do Fórum

A inserção dos *brises* na fachada principal contribuiu para a composição plástica do prédio. Os dispositivos verticais proporcionaram um certo movimento aos elementos horizontais composto pela platibanda e vigas, e também realçaram a simetria do pavimento superior.

Contudo, além do efeito plástico exercido, os *brises* protegem de maneira eficiente as aberturas orientadas para Oeste, desempenhando bem sua função principal (Figura 109(A)). Entretanto, foram observados elementos de proteção solar interno, as cortinas, que se sobrepõe à função de proteção do *brise* (Figura 109(B)).



FIGURA 109 – Vista externa – (A) proteção dos *brises* contra o sol da tarde (B) cortinas e iluminação artificial

Observando a Figura 109(B), percebe-se a utilização da iluminação artificial complementando a luminosidade natural dos ambientes.

O afastamento entre os painéis permite que ocorra uma boa visão externa, de modo que não comprometa a privacidade dos funcionários do Fórum (Figura 110(A)).

Através desta foto, também se pode observar que os dispositivos de proteção solar estão dentro de um quadro composto pelas vigas e platibanda juntamente com as paredes externas salientes. Todavia, esse quadro não impede a dissipação do calor através das lâminas, pois os *brises* estão bem afastados do plano das aberturas e dos limites inferior e superior. Desse modo, a ventilação dentro do ambiente de trabalho não é prejudicada pelos elementos de proteção solar.

A composição do *brise* é basicamente metálica, desde sua estrutura confeccionada em tubos metálicos, até os painéis feitos de chapas metálicas encaixadas num perfil U, (Figura 110(B)). Dessa forma, o custo de implantação torna-se razoável se comparando com a durabilidade do dispositivo. A manutenção, que requer pintura da estrutura e painéis, também não é onerosa.

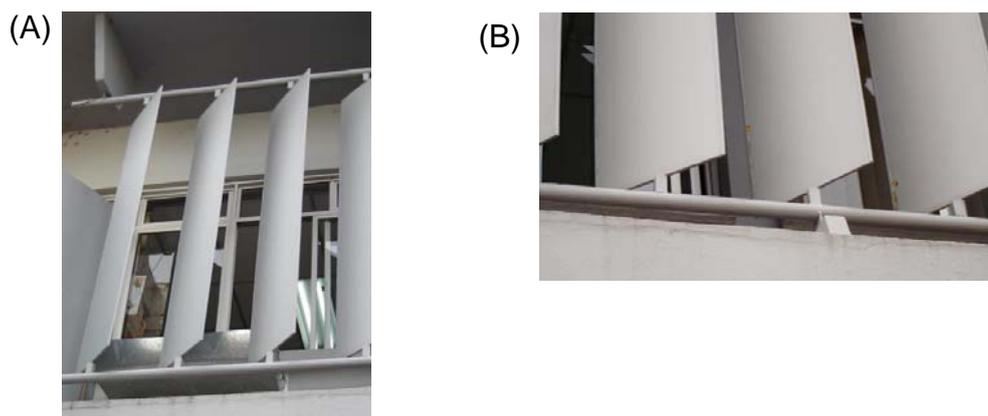


FIGURA 110 – (A) afastamento entre painéis permite adequada ventilação (B) detalhe da estrutura metálica e dos painéis

PRÉDIO 53 - UNISC Santa Cruz do Sul

Localizado no campus da Universidade de Santa Cruz do Sul, o bloco prismático de 4 pavimentos. Na fachada mais crítica, orientada para Oeste, foi inserido *brise-soleil* para proteger as aberturas do último pavimento (Figura 111).

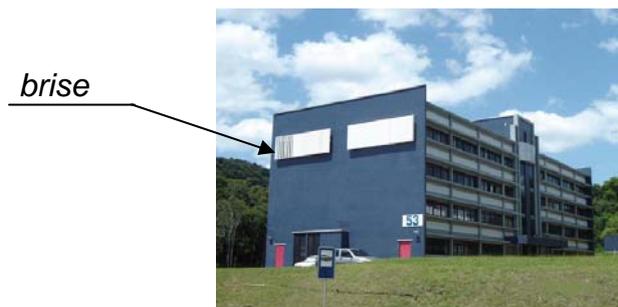


FIGURA 111 – Vista externa do Prédio 53

Percebe-se que o *brise* foi colocado posteriormente, para corrigir problemas de insolação naqueles ambientes, comportando-se dessa forma como um elemento plástico de fachada. Mesmo não possuindo um valor arquitetônico significativo, sua eficiência ambiental é garantida através da correta inserção de painéis verticais e móveis para proteger as salas da radiação solar à tarde (Figura 112(A)).

A mobilidade dos *brises* também possibilita a visibilidade do exterior e permite o controle da luminosidade natural das salas, principalmente no período da manhã, quando não há incidência de raios solares. Essa iluminação natural é também fruto da boa reflexão do sol realizada pelos painéis brancos. De qualquer modo, as cortinas estão presentes nos ambientes. (Figura 112(B)).

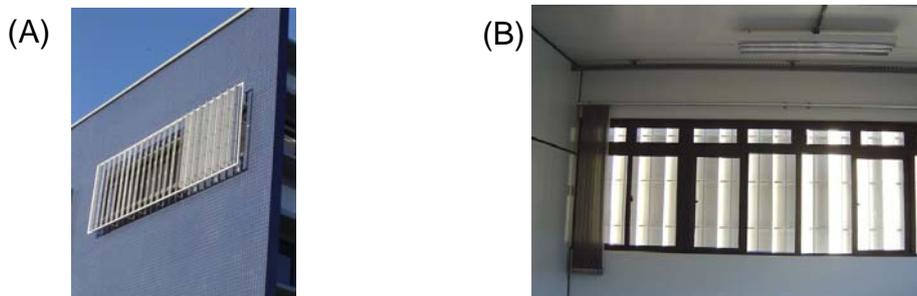


FIGURA 112 – (A) vista externa dos *brises* verticais móveis (B) vista interna das salas

A iluminação artificial é acionada geralmente no período da tarde, quando os painéis estão mais fechados para impedir a entrada da luz solar direta. Nesse momento, a iluminação natural é efetuada somente pelas janelas laterais.

A privacidade dos ambientes é garantida pela presença dos *brises* e pelo fato de localizarem-se no último pavimento da edificação.

A Figura 113(A) mostra que o dispositivo está afastado das janelas e possui aberturas na extremidade superior e inferior, garantindo a dissipação do ar e permitindo a adequada ventilação nos ambientes.

O material constituinte dos painéis é plástico, com boa resistência às intempéries e uma estrutura metálica. O acionamento para a movimentação é manual, semelhante às janelas tipo basculante (Figura 113(B)). Sendo assim, o custo de implantação não é elevado, mas a manutenção, principalmente da estrutura, deve ser feita regularmente para facilitar o manuseio dos painéis pelos usuários. Com isso, garante-se a durabilidade do *brise*.

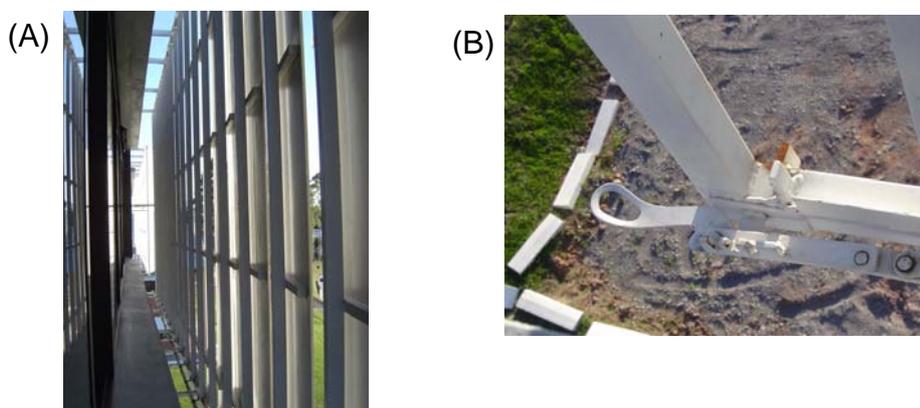


FIGURA 113– (A) espaço entre painéis e janela (B) detalhe do acionamento manual para movimentar os *brises*

PRÉDIO 2 - CAMPUS 1 - UNIFRA Santa Maria

Este prédio do Centro Universitário Franciscano, localizado no centro da cidade de Santa Maria, chama a atenção devido à presença de *brises*.



FIGURA 114 – Vista externa do Prédio 2

Os *brises* são fixados externamente, constituindo uma espécie de máscara sobre as aberturas, ocultando-as e formando painéis horizontais que contribuem na definição da composição plástica da edificação.

Os dois planos de fachadas, com orientação Oeste e Leste, são protegidos eficientemente pelos dispositivos verticais móveis que podem ser regulados de acordo com a necessidade de iluminação natural no interior dos ambientes. Mesmo assim, há presença de cortinas nas salas (Figura 115).



FIGURA 115 – Vista interna – presença de cortinas

A mobilidade dos *brises* garante a possibilidade de uma visão total do exterior, da mesma forma que se pode regular o grau de privacidade de acordo com a necessidade dos usuários das salas (Figura 116).

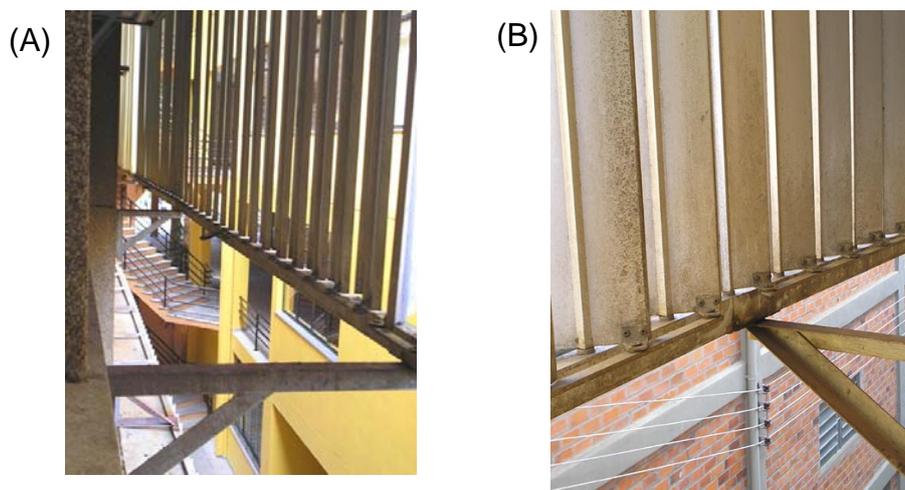


FIGURA 116 – (A) privacidade e visibilidade de acordo com necessidade do usuário (B) detalhe dos perfis encaixados nas guias metálicas

Na Figura 116(A) também é possível perceber o afastamento dos dispositivos com relação à fachada, que contribui eficientemente na dissipação do calor entre os painéis e permite a adequada ventilação dentro dos ambientes.

Tanto a estrutura quanto os painéis foram confeccionadas de alumínio anodizado, material leve e de fácil manutenção. As lâminas são compostas de perfis metálicos fixados sobre uma estrutura construída de acordo com os vãos necessários (Figura 116(B)). O custo dos perfis é relativamente alto, principalmente por terem sido encomendados de fora da região. Já a estrutura foi construída com material e mão-de-obra local. A manutenção periódica, principalmente dos perfis garante a durabilidade do dispositivo.

CÂMARA MUNICIPAL DE VEREADORES Júlio de Castilhos

Localizado no centro da cidade, o prédio abriga duas distintas atividades: Banco do Brasil no térreo e Câmara Municipal de Vereadores no segundo pavimento, sendo este recoberto por *brise-soleils* verticais e fixos, proporcionando uma certa verticalização na fachada. (Figura 117(A)). Esses

dispositivos possuem grandes saliências e estão integrados ao conjunto, sendo responsáveis pela composição plástica da edificação.

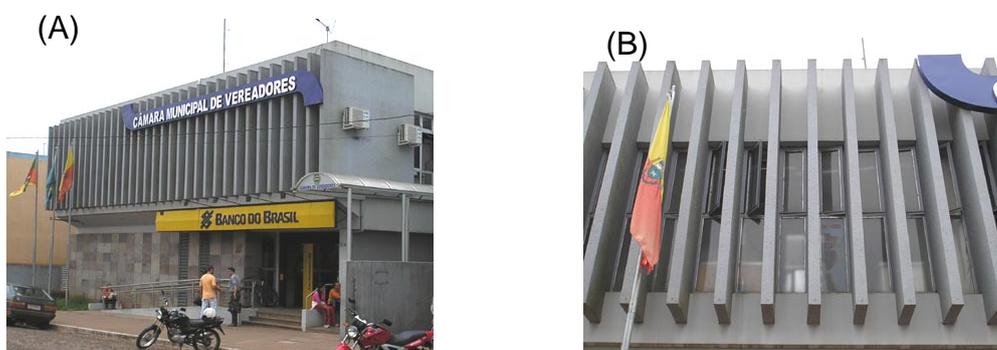


FIGURA 117 – (A) vista externa do prédio da Câmara Municipal de Vereadores (B) vista externa dos *brises* verticais fixos

Com relação à eficiência ambiental do *brise*, pode-se afirmar que é parcial, pois a fachada Norte é protegida da radiação solar nas primeiras e últimas horas do dia. Já, pelo fato de os painéis formarem ângulo de 90° com o plano da fachada, a privacidade dos funcionários é garantida, assim como a visibilidade para o exterior.

A ventilação é controlada pela abertura das janelas, não havendo grande interferência dos *brises* sobre esse aspecto (Figura 117(B)).

Através da Figura 117(B), pode-se dizer que a distância entre os painéis que dividem as aberturas é relativamente pequena. Portanto, a luminosidade no interior do prédio não é adequada devido ao sombreamento exercido pelos *brises*. Faz-se necessário o uso de iluminação artificial como complementação.

Os *brises* foram executados juntamente com o prédio, e por serem de concreto possuem vida útil longa se forem efetuadas pinturas regularmente. Seu custo de implantação é pouco oneroso, por ter sido dissolvido no investimento da obra.

5.3.2 *Brise-soleil* Horizontal

Este tipo de protetor solar torna-se eficiente para grandes alturas solares, em épocas e horas do dia que o Sol está mais alto na abóbada celeste. São pouco eficientes nas primeiras e últimas horas do período diurno. Quando utilizados para obstruir raios solares baixos, podem obstruir a visibilidade ao exterior e reduzir a luminosidade e ventilação. (Maragno, 2000).

Os elementos horizontais cumprem corretamente seu papel nas orientações Norte e Noroeste, de acordo com Olgay (1998). Ele afirma também que esses *brises* sendo móveis podem variar seu perfil de sombra em função da sua posição.

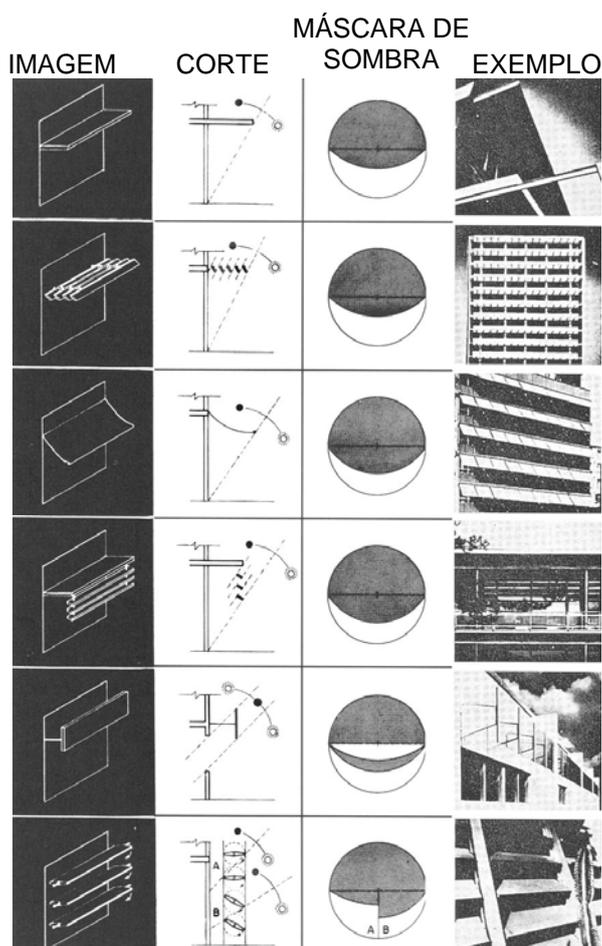


FIGURA 118 – Exemplos *brise-soleils* horizontais (Olgay, 1998)

Abaixo são apresentadas as edificações da região central do Estado que apresentam *brise-soleils* horizontais, fixos ou móveis:



Barrisul - Agência Dores
Santa Maria



Hospital Universitário de
Santa Maria



Centro de Educação – UFSM
Santa Maria



Prédio 35 – UNISC
Santa Cruz do Sul



Prédio 52 – UNISC
Santa Cruz do Sul



Estacionamento
Santa Cruz do Sul

FIGURA 119 (A – F) – Edificações com *brise-soleils* horizontais



G
Centro Integrado de Ensino
Profissionalizante - CIEP
Cruz Alta



H
Prédio do Constantino Pré-vestibular
Santa Maria



I
Banco do Brasil
Santa Cruz do Sul

FIGURA 120 (G – I) Edificações com *brise-soleils* horizontais

CONSTANTINO PRÉ-VESTIBULAR Santa Maria

A volumetria do prédio é marcada por elementos verticais e horizontais que dão um caráter diferenciado das outras arquiteturas estudadas até então. As saliências desses elementos localizam-se entre os fechamentos transparentes e produz um jogo de sombras superando a monotonia cromática da edificação. Pode-se afirmar que os *brise-soleils*, elementos horizontais,

foram pensados durante a fase de projeto e são elementos plásticos que compõem a volumetria da edificação. (Figura 121(A)).



FIGURA 121 – (A) vista externa do Constantino Pré-vestibular (B) sombreamento dos brises horizontais e elementos verticais

As aberturas da fachada, com orientação Norte (10°NO), são sombreadas e protegidas pelos brises horizontais, que exercem eficientemente sua função ambiental. Os elementos verticais que estão salientes também produzem sombra na fachada, principalmente durante à tarde. (Figura 121(B)).

Através da Figura 121(B), pode-se perceber que uma parte superior das janelas não é sombreada. Isso acontece porque os brises horizontais estão afastados do plano frontal, proporcionando a ventilação entre os painéis e as aberturas. Todavia, é por essa faixa que incidem os raios solares nas salas de aula, sendo necessário o uso de cortinas para proteger totalmente os alunos da radiação solar (Figura 122).

As dimensões das janelas proporcionam uma ótima visibilidade do exterior, bem como uma adequada luminosidade natural. Mesmo assim, é utilizada iluminação artificial como complementação. Entretanto, a privacidade é de certa forma comprometida, caso não se utilize cortinas.

O *brise-soleil* é composto somente de concreto, pois painel e estrutura atuam juntamente. Nesse caso, o custo para inseri-lo é relativamente baixo,

principalmente comparando-se os benefícios. É extremamente durável, e a manutenção requer somente pintura.



FIGURA 122 – Vista interna – cortinas e iluminação

BANRISUL AGÊNCIA DORES **Santa Maria**

A edificação onde se desenvolvem as atividades do Banrisul, possui a volumetria da arquitetura caracteriza-se pela fachada frontal, onde há presença de *brises* horizontais que concebem a linguagem plástica do prédio (Figura 123). Isso ocorre em virtude da incorporação dos dispositivos ao conjunto arquitetônico, demonstrando que esses foram projetados junto com a edificação.



FIGURA 123 – Vista externa do Banrisul, agência Dores

A fachada protegida pelos *brises* é orientada para Norte (20°NO) e recebe a incidência solar no período da tarde. Dessa forma, os *brises*

horizontais cumprem eficientemente seu papel ambiental, protegendo a edificação contra grandes alturas solares.

Através da Figura 124(A) pode-se perceber que os *brises* horizontais estão localizados cerca de 2m de distância do plano das aberturas, configurando uma galeria que serve tanto para manutenção do dispositivo quanto para a dissipação de calor entre os painéis.

É possível constatar também, que a pequena distância entre os painéis obstruem a visibilidade para o exterior e comprometem a iluminação natural, sendo necessário utilizar iluminação artificial. Entretanto, a privacidade das atividades exercidas no banco é total.

Os *brises* horizontais fixos de concreto além de configurarem a própria estrutura, foram pensados na fase de projeto, reduzindo drasticamente seu custo de implantação. (Figura 124(B). Em virtude do material utilizado, são extremamente duráveis, sendo necessário apenas à manutenção da pintura, que poderia ser mais clara para reduzir ainda mais o índice de absorção de radiação solar e melhorar a iluminação natural.

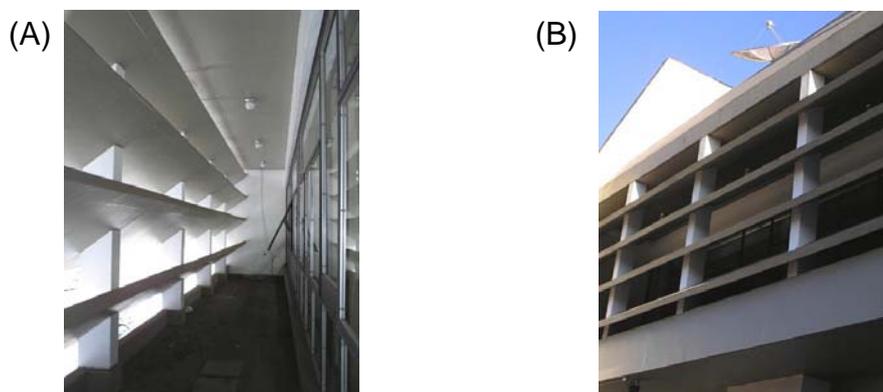


FIGURA 124 – (A) galeria entre os *brises* e aberturas (B) vista do *brises* fixos de concreto

CENTRO DE EDUCAÇÃO Santa Maria

Os prédios que abrigam o Centro de Educação da UFSM possuem proposta compacta, definida por blocos prismáticos que se mantêm unidos pela

repetição e regularidade das aberturas. Estas, por sua vez, estão protegidas por *brises* horizontais e fixos (Figura 125).



FIGURA 125 – Vista externa do Centro de Educação

Os elementos de proteção foram inseridos juntamente com a fase de conclusão da obra, demonstrando que foram propostos durante o projeto. Entretanto, não mostram coerência e unidade formal com o prédio, apresentando-se como um elemento de fachada colocado posteriormente. Seu caráter plástico é pouco significativo.

Porém, sua eficiência ambiental é reconhecida, pois protege as fachadas de ângulos solares altos ocasionados pela orientação Norte.

Observa-se pela Figura 126(A), que a luminosidade nas salas de aula é razoável, e que o uso das cortinas deve proteger da incidência solar nas primeiras e últimas horas do dia. Já a visibilidade para o ambiente externo é muito boa, o que não se pode afirmar com relação à privacidade.

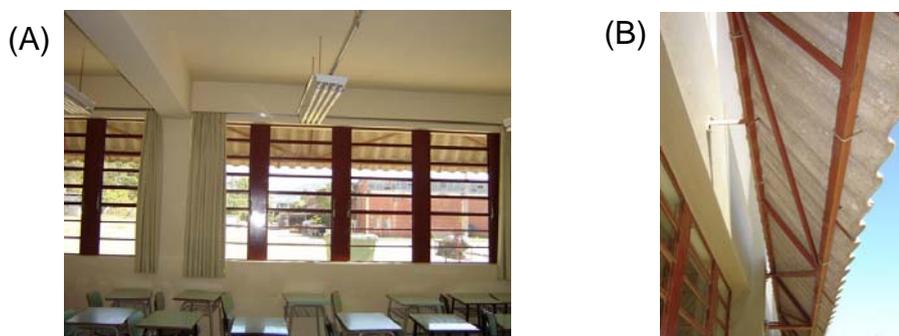


FIGURA 126 – (A) vista intern (B) detalhe da estrutura dos painéis

A ventilação das salas ocorre mais a meia altura das janelas, pois os *brises* estão pouco afastados do plano da fachada, não sendo possível a dissipação do ar entre eles (Figura 126(B)).

Pode-se observar, na Figura 126(B), a simplicidade da estrutura que sustenta os painéis constituídos de telha de fibrocimento, demonstrando o baixo custo investido no dispositivo. A manutenção deve ser feita principalmente nos painéis, mantendo-os limpos para impedir que a sujeira acumulada absorva mais radiação solar. Para que o dispositivo seja durável, é necessário que a amarração das telhas na estrutura esteja bem firme.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE SANTA MARIA

Santa Maria

O complexo hospitalar localizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria possui a *brises* horizontais móveis, que provavelmente foram colocados posteriormente para correção dos problemas térmicos resultantes da incidência da radiação solar (Figura 127).



FIGURA 127 – Vista externa - bloco com *brise-soleils*

O dispositivo atua plasticamente como um elemento de fachada, interferindo somente nesse plano. Com relação ao aspecto ambiental, desempenha adequadamente sua função, protegendo a fachada orientada para Norte (10° NE), dos raios solares.

Entretanto, há vários problemas referentes aos outros fatores. Internamente, pode-se observar que as janelas protegidas pelo dispositivo são altas e possuem vidro cancelado, diminuindo a luminosidade interior (Figura 128(A)). Com a presença dos *brises* essa luminosidade é ainda mais comprometida. A iluminação natural só é feita através de quatro janelas com peitoril mais baixo que não são protegidas por *brise*.

Além disso, a ventilação também não é eficiente nesses ambientes internos, pois não há adaptação entre o dispositivo de proteção solar e o tipo de abertura, da mesma forma que a visibilidade para o exterior é praticamente impossível. Porém, a privacidade é total em função dessas circunstâncias (Figura 128(B)).

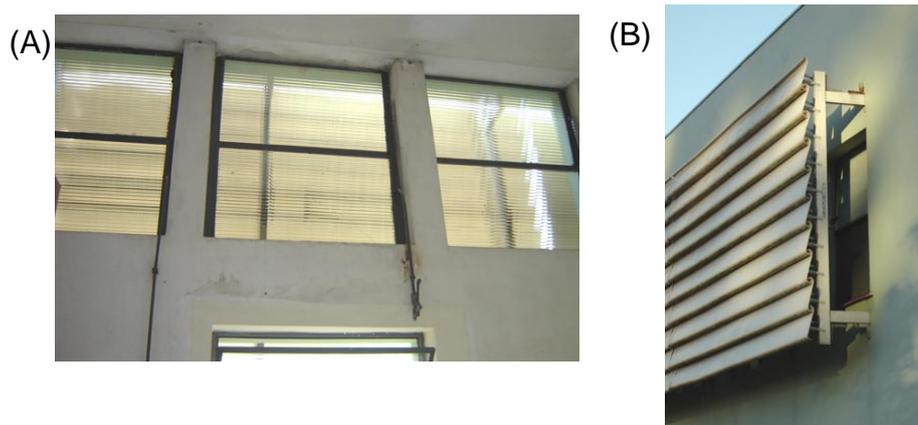


FIGURA 128 – (A) janelas altas com vidro cancelado prejudicam luminosidade (B) privacidade garantida através dos *brises*

A estrutura e os painéis que constituem esse *brise-soleil* demonstram que foi um investimento relativamente alto, comparando-se aos benefícios obtidos pelo produto. A manutenção é complicada de ser feita, pois o acionamento, realizado manualmente, é de difícil acesso internamente, bem como a limpeza dos painéis, que, para ser efetuado eficientemente, necessita de andaime para realizá-lo pelo lado externo da edificação. A periódica manutenção do dispositivo garante a durabilidade do mesmo.

BANCO DO BRASIL Santa Cruz do Sul

Situado no centro de Santa Cruz do Sul, a edificação prismática regular apresenta um volume saliente que abriga a circulação vertical. As janelas, que abrangem toda a fachada recuada, possuem altura correspondente ao pé-direito dos espaços internos. Com o objetivo de proteger todo o pano de vidro, utilizou-se *brise-soleil* horizontal (Figura 129(A)). Da mesma forma, a fachada de fundos do prédio também possui *brises* para o controle da radiação solar (Figura 129(B)).

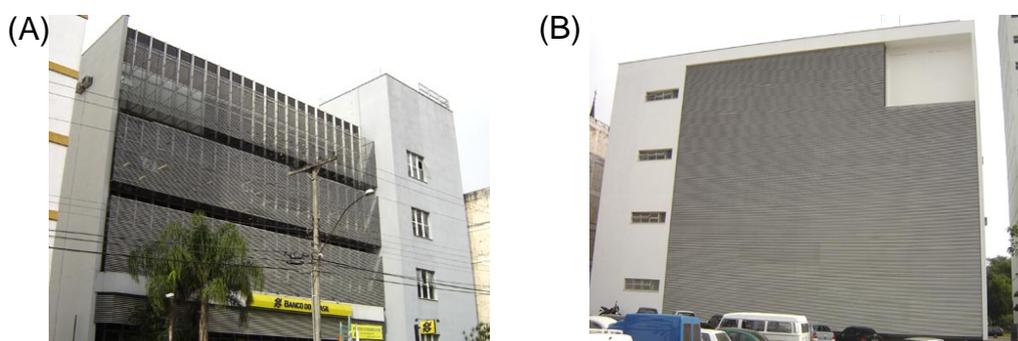


FIGURA 129 – Vistas externas - (A) fachada frontal (B) fachada de fundos

A expressão plástica do edifício apóia-se na simplicidade, sendo caracterizada pelos *brises* que atuam como sobre-fachada no plano frontal. Já nos fundos, essa sobre-fachada torna-se mais densa, em virtude da proximidade entre os painéis.

O dispositivo atua como uma grelha para controlar a incidência solar nas orientações Oeste (10°SO) e Leste (10°NE) das fachadas frontal e fundo, respectivamente. Apesar de não ser a tipologia de protetor solar mais indicada para tais orientações, pode-se dizer que exerce razoavelmente o papel de elemento ambiental.

Em função da diferença entre os *brises* com relação ao afastamento dos painéis, os efeitos causados em cada fachada também se tornam diferenciados. Enquanto que a luminosidade dos ambientes é adequada no plano frontal (Figura 130(A)) o contrário ocorre nos fundos, sendo indispensável

o uso de iluminação artificial. A ventilação também possui divergências, sendo muito precária na fachada Leste, contrariando o que ocorre na Oeste.

Entretanto, as duas orientações têm problema referente à visibilidade do exterior, cabendo à fachada de fundos a pior situação. Agora, com relação à privacidade, esta, por sua vez é totalmente garantida nas duas orientações. (Figura 130(B)).

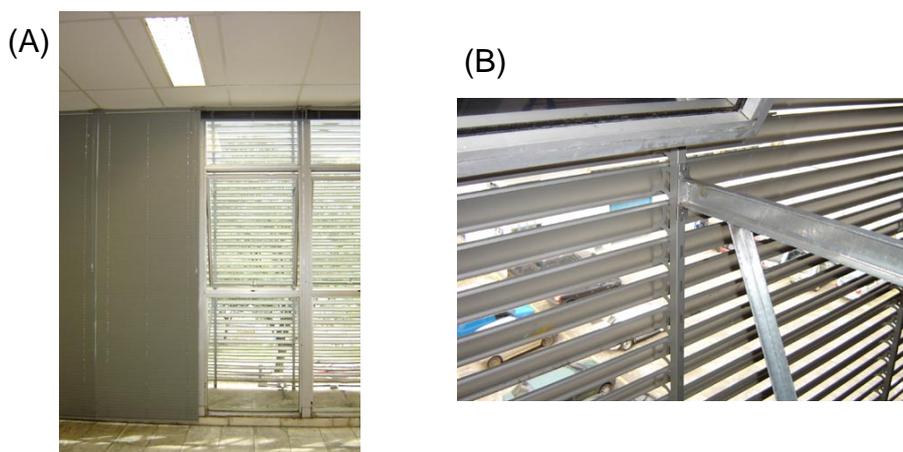


FIGURA 130 – Vista interna - (A) fachada Oeste – afastamento entre painéis proporciona luminosidade (B) fachada Leste – pouco afastamento entre lâminas compromete visibilidade e luminosidade, mas garante privacidade

Os dispositivos utilizados para as duas orientações são constituídos do alumínio anodizado. Este material possui a vantagem de refletir grande parte da radiação solar, entretanto, seu custo de implantação é um tanto oneroso, pelo fato de ser um produto industrializado. Sua manutenção é simples, bastando limpeza periódica para não comprometer as características benéficas, principalmente dos painéis. As lâminas são fixadas por pressão num porta-painel que é sustentado em estrutura engastada na alvenaria, garantindo assim a durabilidade do dispositivo.

PRÉDIO 35 - UNISC Santa Cruz do Sul

A edificação em análise possui volumetria prismática com aberturas dispostas na fachada de modo regular, alternando faixas de fechamentos transparentes e opacos em tijolo à vista. Protegendo as janelas, encontram-se *brise-soleils* horizontais e fixos, caracterizando plasticamente a fachada (Figura 131).



FIGURA 131– Vista externa do Prédio 35

A fachada orientada para Norte (10°NO) é eficientemente protegida contra os raios solares durante o dia, principalmente no período da manhã. Sendo assim, o *brise* exerce adequadamente seu papel ambiental.

As dimensões e a inclinação do dispositivo produz uma certa dificuldade na entrada de iluminação natural nas salas, que é complementada com a artificial (Figura 132). Entretanto, a visibilidade do exterior é garantida, apesar de que a privacidade dos ambientes deve ser complementada por cortinas internas.



FIGURA 132 –Vista interna de uma sala

Apesar da existência de ar condicionado na maioria dos ambientes, a tipologia das janelas e *brises* permitem a adequada ventilação no interior das salas.

A estrutura constituída de treliça metálica fixada na alvenaria, dá suporte as placas de material plástico (Figura 133(A)). A simplicidade da solução do controle da radiação solar demonstra que com baixo custo pode-se fazer dispositivos eficientes. A manutenção garante a durabilidade do sistema, principalmente se houver necessidade de troca de painel. É importante que se mantenha a cor branca, seja com limpeza ou pintura, para que ocorra a baixa absorção dos raios solares por esses painéis (Figura 133(B)).

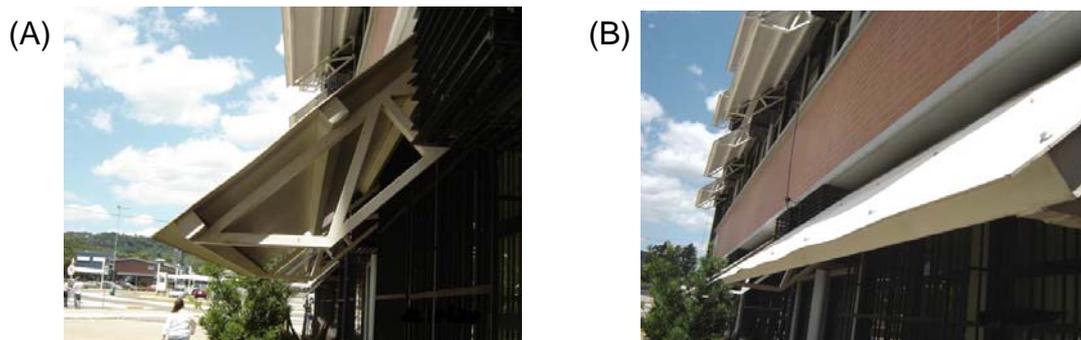


FIGURA 133 – Detalhes (A) estrutura metálica (B) fixação painéis

PRÉDIO 52 - UNISC **Santa Cruz do Sul**

O prédio 52 da Universidade de Santa Cruz do Sul possui 2 pavimentos apresentando uma volumetria prismática retangular, onde as fachadas de maiores dimensões são marcadas por faixas horizontais que alternam os fechamentos transparentes e acabamento em tijolo à vista (Figura 134(A)).



FIGURA 134 – (A) vista externa do Prédio 52 (B) Sobreposição do beiral com o *brise-soleil* horizontal

A fachada Norte (20°NO) é a única que possui *brise-soleil* para proteção solar. Tais elementos não possuem coerência e unidade na composição plástica do prédio. Nota-se que foram inseridos apenas para corrigir problemas de incidência solar. A Figura 134(B) mostra que há uma sobreposição do beiral da cobertura com o *brise*. Nesse caso, o beiral poderia ter assumido a função de protetor solar se essa questão tivesse sido analisada na fase de projeto.

Os *brises* exercem eficientemente sua função ambiental, entretanto, comprometem a luminosidade das salas, sendo necessário a utilização de iluminação artificial. E mesmo assim, observa-se o uso de cortinas internas, que garantem a privacidade nas salas, pois os *brises* horizontais não cumprem tal aspecto (Figura 135(A)).



FIGURA 135 – (A) vista interna mostrando o uso de cortinas (B) detalhe da fixação dos painéis e estrutura

A ventilação nos ambientes não é obstruída pelo dispositivo, e ainda é favorecida pela tipologia das aberturas. O mesmo ocorre com a visibilidade, que se mantém inalterada pela presença do protetor solar.

Os painéis de material plástico na cor branca foram fixados na estrutura metálica que está engastada na alvenaria. A solução simples apresenta um custo relativamente baixo, que para ser durável é necessário que haja manutenção, principalmente com relação aos painéis (Figura 135(B)).

ESTACIONAMENTO

Santa Cruz do Sul

O estacionamento, localizado no centro do município, vincula-se à uma edificação localizada ligeiramente ao lado. O pequeno estabelecimento que abriga veículos possui na sua fachada Leste (20°NE) dispositivos de proteção solar. Plasticamente, os *brises* produzem um efeito estético interessante na fachada, principalmente por ser constituído do mesmo material que as aberturas (Figura 136).

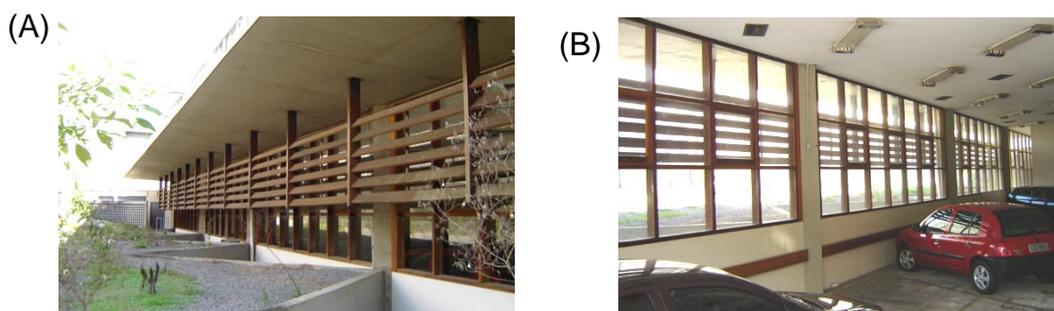


FIGURA 136 – (A) vista externa do Estacionamento (B) vista interna do estacionamento

A orientação Leste da fachada seria devidamente protegida caso os *brises* fossem verticais, entretanto, mesmo posicionado na horizontal, pode-se afirmar que o dispositivo produz boa proteção solar para os carros estacionados, exercendo seu papel ambiental razoavelmente.

O dispositivo está localizado bem afastado do plano da fachada, proporcionando uma adequada ventilação no ambiente. Em virtude dos *brises* não protegerem totalmente as aberturas, o estacionamento possui uma ótima iluminação natural durante o dia. A visibilidade também é garantida, apesar desse aspecto não ter importância para a atividade exercida nesse espaço. Já com relação à privacidade, esta é garantida principalmente pelo peitoril alto das aberturas que não permite a visibilidade dos carros que ali estão estacionados.

Pela primeira e única vez, a madeira é aplicada na composição do *brise-soleil*. Um material de custo baixo, mas com problemas em sua durabilidade devido à sua baixa resistência às intempéries. Sendo assim, se faz necessário que a manutenção seja periódica, muito mais do que em qualquer outro dispositivo analisado até agora. Essa manutenção acontece tanto na recuperação dos painéis prejudicados, quanto na troca dos mesmos em virtude de problemas de empenamento (Figura 137(A) e 137(B)).

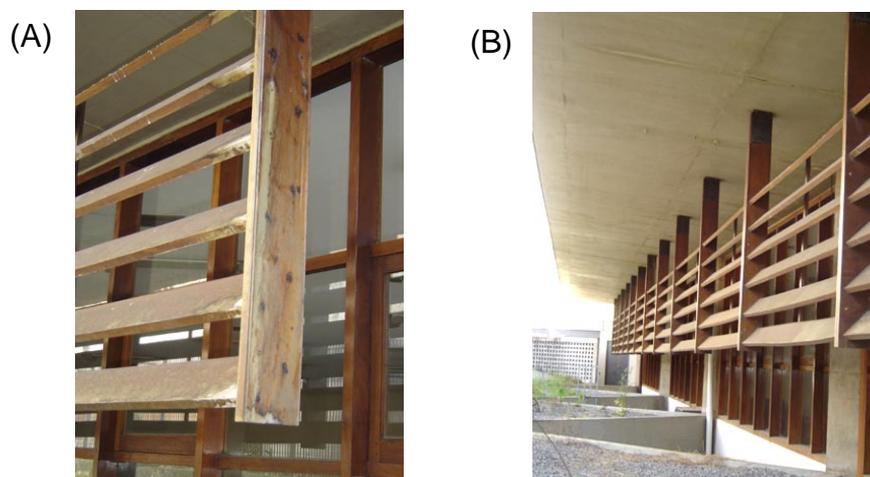


FIGURA 137– (A) detalhe do desgaste da madeira (B) painéis com problemas de empenamento

CENTRO INTEGRADO DE ENSINO PROFISSIONALIZANTE - CIEP

Cruz Alta

As instalações do CIEP na cidade de Cruz Alta se distribuem numa grande área ocupada por blocos de apenas um pavimento.



FIGURA 138 – (A) vista externa do CIEP (B) fachada Leste

As fachadas Leste (10° SE) e Norte (10° NE) possuem a presença de *brises* horizontais. Esses dispositivos estão inseridos sobre cada abertura, num quadro metálico que abriga os painéis móveis (Figura 138(B)). Dessa forma, pode-se afirmar que são elementos de fachada, não interferindo na composição plástica do volume como um todo.

Os *brises* da fachada Leste não protegem com eficiência as aberturas da radiação solar que incide durante a manhã, sendo necessário utilizar nas salas de aula cortinas internas. Caso esses painéis fossem verticais, a proteção seria mais eficiente. Já na fachada Norte, os elementos inseridos cumprem adequadamente seu papel ambiental.

A mobilidade das lâminas possibilita regular a privacidade e luminosidade no interior dos ambientes e a ventilação não é prejudicada (Figura 139(A)). Contudo, não há espaço entre os painéis e aberturas para ocorrer à dissipação do ar.

A visibilidade nesse caso, é um pouco comprometida, pelos *brises* e pela tipologia das aberturas.

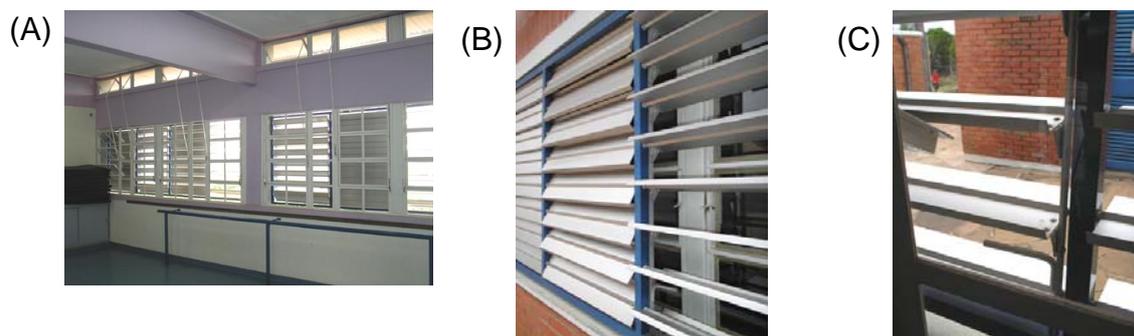


FIGURA 139 – (A) vista interna de uma sala (B) *brises* metálicos anodizado (C) alavanca para movimentação dos painéis

Os painéis utilizados para a confecção dos *brise-soleils* são perfis metálicos anodizado, e por isso, seu custo de implantação torna-se oneroso (Figura 139(B)). A estrutura, mais simples, tem um custo mais razoável, por ter sido confeccionada na região. O sistema de movimentação não é muito prático, podendo ocasionar problemas com a durabilidade dessas placas, necessitando trocá-las regularmente (Figura 139(C)). Dessa forma, a manutenção é fundamental para o bom funcionamento dos *brises*.

5.3.3 *Brise-soleil* Combinado

Nessa tipologia de *brise-soleil*, lâminas horizontais e verticais se unem e compõem o *brise* combinado. Sendo assim, esse dispositivo mescla as características dos dois primeiros protetores solares.

O *brise* combinado proporciona um sombreamento maior que os demais, pois possui maior área de trama posicionada na frente da superfície envidraçada. Desse modo, reduz consideravelmente a transmissão de calor para o interior da edificação. Porém, reduz a disponibilidade de luz natural no ambiente e interfere significativamente na visibilidade para o exterior.

Neste capítulo, além de mostrar obras que possuem o emprego de *brise-soleil* combinado, são apresentadas edificações com duas tipologias de protetores solares, vertical e horizontal, inseridas em orientações diferentes, porém com unidade na composição plástica da volumetria da edificação.

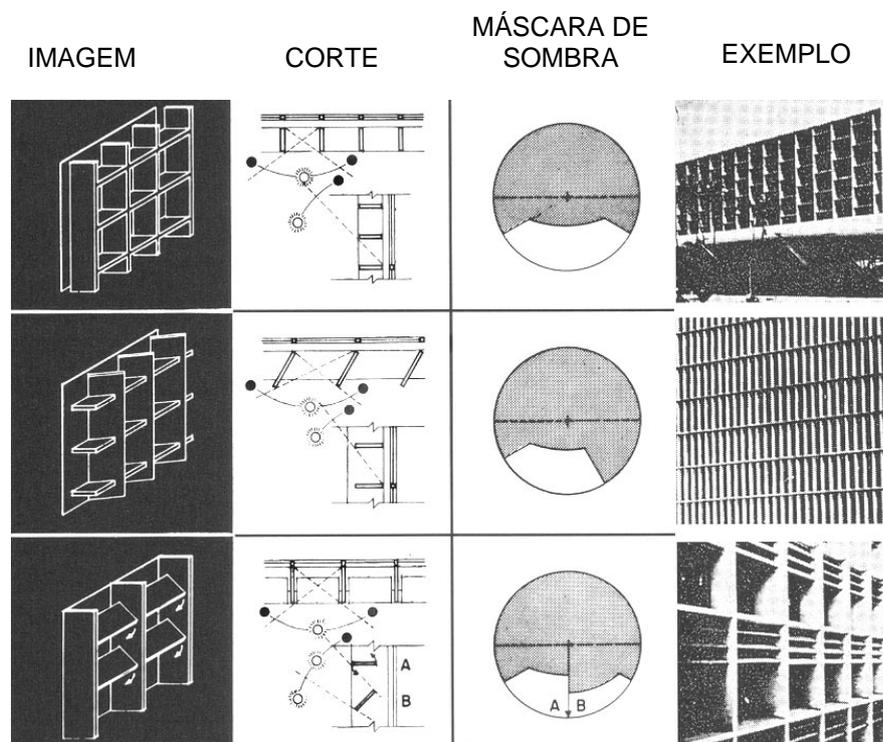


FIGURA 140– Exemplos de *brise-soleils* combinados (Olgay,1998)

Logo abaixo são apresentadas edificações que possuem o *brise-soleil* combinado, e obras que possuem a inserção de duas tipologias desse dispositivo de proteção solar.



A
Instituto de Previdência do Estado
Cruz Alta



B
Centro de Tecnologia UFSM
Santa Maria



C
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Santa Maria



D
Faculdade e Colégio Dom Alberto
Santa Cruz do Sul



E
Banrisul – Agência Centro
Santa Maria



F
SEST / SENAT
Santa Maria

FIGURA 141 (A – F) Edificações com diferentes tipos de *brise-soleils*

INSTITUTO DE PREVIDÊNCIA DO ESTADO

Cruz Alta

Inserido numa esquina no centro da cidade, o prédio do IPE apresenta características volumétricas singulares, de acordo com o local de sua implantação. O acesso principal, perpendicular à esquina, é marcado pelos elementos estruturais que sobressaem aos elementos de vedação. A circulação vertical insere-se num volume fechado à direita da entrada, enquanto que as salas se distribuem ao longo da rua pela esquerda, e possuem como elemento marcante a presença de *brise-soleils* (Figura 142).



FIGURA 142 – Vista externa do prédio do IPE

O *brise-soleil* combinado apresenta-se de modo diferente nessa obra, pois os espaços entre as lâminas verticais e horizontais possuem dimensões maiores das encontradas regularmente. O dispositivo insere-se na volumetria como uma sobre-fachada definindo a composição plástica da edificação.

Apesar de elementos plasticamente importantes, não cumprem adequadamente sua função ambiental, em virtude do pouco sombreamento que exercem sobre a fachada Norte (10°NE). Caso os vãos entre as lâminas horizontais fossem menores, a proteção contra a radiação solar seria maior (Figura 143(A)).

Contudo, os vãos permitem além de uma ótima visibilidade para o exterior, uma luminosidade praticamente sem qualquer interferência, sendo justificada a presença de cortinas internas para amenizar a possível incidência solar (Figura 143(B)).

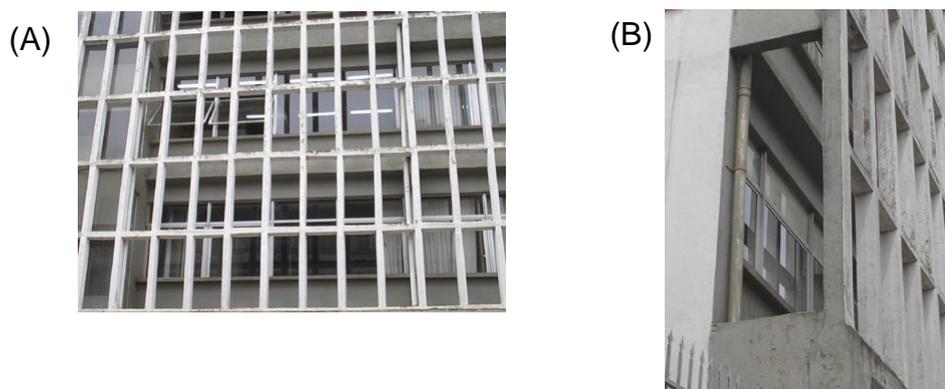


FIGURA 143 – (A) grandes vãos do *brise* combinado e uso de cortinas e iluminação artificial (B) detalhe do *brise* engastado perpendicularmente nas vigas

O *brise* inserido bem afastado do plano da fachada possibilita uma ótima dissipação do ar e excelente ventilação nos ambientes. Entretanto, pode-se afirmar que a privacidade das salas não é boa, sendo complementada, se necessário, pelas cortinas.

O dispositivo de proteção solar confeccionado de concreto apresenta um custo baixo de implantação, dissolvido no orçamento da execução da obra. Este material, no entanto, é muito durável, necessitando somente de manutenção na sua pintura, que deve ser mantida em tons claros (Figura 143(B)).

CENTRO DE TECNOLOGIA

Santa Maria

O prédio do Centro de Tecnologia localizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria possui uma volumetria prismática retangular com três pavimentos.

Nas fachadas mais evidentes, Leste e Oeste, foram inseridas duas tipologias de protetores solares, resultando em composições plásticas diferenciadas. A fachada Leste possui o *brise* combinado protegendo a

circulação vertical do edifício. Já a fachada Oeste, as salas de aula são protegidas com *brise* vertical (Fotos 144(A) e 144(B)).



FIGURA 144 – Vistas externas – (A) fachada Leste com *brise-soleil* combinado (B) fachada Oeste com *brise-soleil* vertical

Analisando os *brises* verticais da Figura 144(B), pode-se perceber que estão localizados dentro de um quadro de abertura, definindo a composição plástica da fachada, percebendo-se que foram propostos na fase de projeto da edificação. Além de elemento formal e arquitetônico, também exerce eficientemente a função ambiental de protetor contra a incidência da radiação solar, que ocorre no período da tarde.

O afastamento entre os painéis e aberturas permite que ocorra ventilação das salas de aula, que seria mais eficiente se a dissipação de calor ocorresse também na parte superior e inferior dos *brises*.

Conforme a Figura 145(A), pode-se afirmar que há uma sobreposição de mecanismos que protejam a salas da incidência solar: *brise-soleil*, cortinas e pinturas nas janelas. Isso demonstra o desconhecimento da correta utilização dos *brises* por parte dos usuários, de tal forma que compromete a iluminação natural do ambiente, não restando outra solução senão a iluminação artificial. Outro fator que compromete a adequada utilização dos *brises* é a falta de manutenção do sistema responsável pela mobilidade dos painéis, acrescentando dificuldades de movimentação (Figura 145(B)).



FIGURA 145 – (A) vista interna da sala de aula (B) detalhe da guia metálica enferrujada por falta de manutenção

O fator mobilidade não exerce a função corretamente, sendo assim, a visibilidade é prejudicada. Contudo, um aspecto pouco relevante nessas circunstâncias, a privacidade, desempenha adequadamente seu papel.

Os *brises* dessa edificação possuem a mesma constituição dos dispositivos usados na Reitoria da Universidade, portanto, com relação à durabilidade, manutenção e custo de implantação comportam-se da mesma maneira. Entretanto, o modo diferenciado como esse dispositivo foi incorporado pelos usuários dos dois prédios demonstra a desigualdade dos outros aspectos.

Na fachada Leste encontra-se outro tipo de protetor solar, o *brise* combinado. A circulação vertical do prédio foi tratada externamente com a inserção desse dispositivo, contribuindo esteticamente na composição plástica da edificação.

Os raios solares que incidem no período da manhã são amenizados com a presença dos *brises* que proporcionam um sombreamento na área da escada, o que demonstra a eficiência da sua função ambiental, conforme Figura 146(A) que também mostra que a luminosidade nas escadas é adequada, não precisando utilizar iluminação artificial.

Já na Figura 146(B), percebe-se que não há boa visibilidade para o exterior, mas que a privacidade das pessoas que circulam no prédio é adequada.

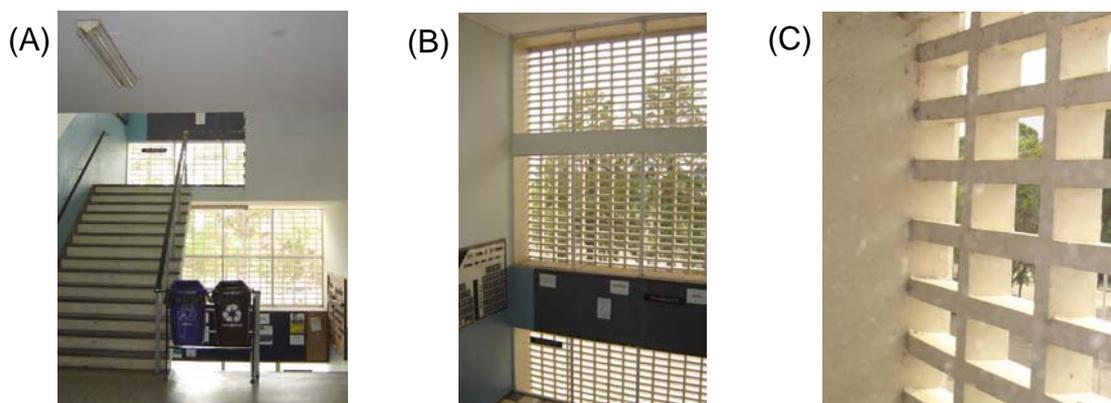


FIGURA 146 – Vista interna – (A) escadas protegidas por *brises* (B) privacidade garantida (C) detalhe do *brise* combinado

Como a superfície transparente está hermeticamente fechada, não possuindo qualquer abertura, não ocorre ventilação nessa área do prédio como também não há dissipação do ar entre as lâminas.

Contudo, em função do afastamento que existe entre o dispositivo e os vidros, a incidência da radiação solar diminui até chegar na superfície transparente. Dessa forma, o ambiente interno não recebe grande quantidade de calor.

O *brise* combinado de concreto não possui grandes investimentos para sua implantação. Sua durabilidade é excelente, desde que seja realizada manutenção da sua pintura, que nesse caso, deve manter-se com cor clara (Figura 146(C)).

CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS

Santa Maria

A edificação se desenvolve a partir de um prisma retangular apresentando duas fachadas com maiores dimensões e tratamento de acordo com sua orientação.

O volume da edificação é distribuído conforme uma malha regular caracterizado por pilares aparentes na fachada Leste (5°SE). Essa orientação possui como tratamento contra a radiação solar o uso de *brise-soleil* horizontal (Figura 147(A)).

A fachada Oeste (5°SO) apresenta *brises* verticais móveis que protegem as salas de aula contra a incidência solar à tarde. Localizam-se no 2º e 3º pavimentos em toda a extensão do edifício, dentro de um quadro de abertura (Figura 147(B)).

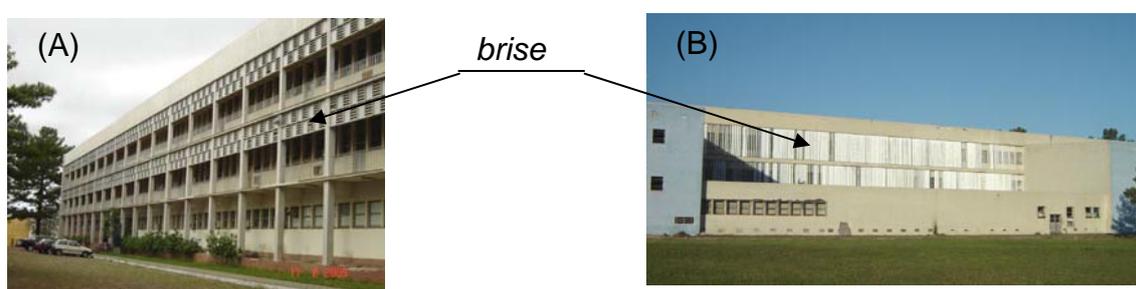


FIGURA 147 – Vistas externas – (A) fachada Leste (B) fachada Oeste

Na orientação Oeste percebe-se que a inserção dos *brises* caracteriza a fachada e contribui formalmente no resultado final da composição plástica. Além disso, o dispositivo foi inserido corretamente para essa orientação, exercendo assim o papel de elemento ambiental. Essa eficiência não é só resultado do posicionamento dos painéis, mas principalmente da mobilidade que esses possuem, mobilidade esta que produz a visibilidade externa e a privacidade quando necessária. Tendo em vista a distância que as lâminas estão das aberturas, pode-se afirmar que há uma adequada ventilação no interior das salas de aula (Figura 148(A)).

A Figura 148(B) demonstra que os *brises* estão sendo manejados corretamente, pois não há outro tipo de protetor solar desempenhando essa função. Dessa forma a luminosidade no interior desses ambientes não é prejudicada, sendo auxiliada quando necessário por iluminação artificial.

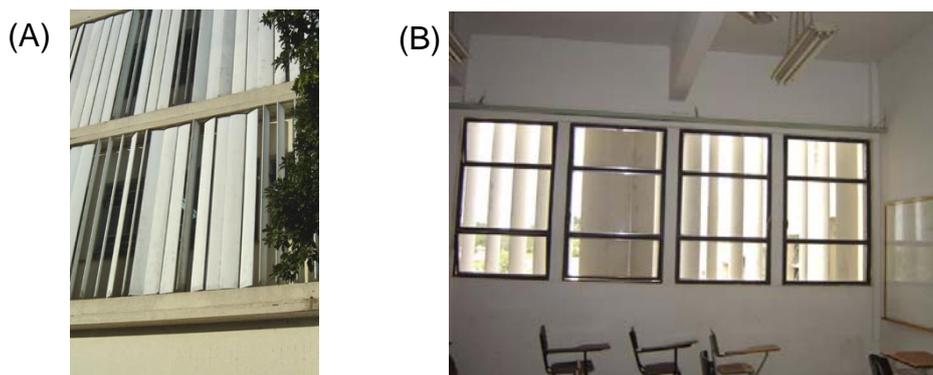


FIGURA 148 – (A) detalhe dos *brises* (B) vista interna da sala de aula

Os aspectos analisados anteriormente mostram o quanto é benéfico o *brise-soleil* para proteger as salas de aula contra os raios solares. Entretanto, esse benefício tem um custo de implantação e principalmente de manutenção das guias metálicas responsável pela movimentação e já que o *brise* é composto por materiais com boa durabilidade, é através dessa manutenção periódica que se pode manter o funcionamento do dispositivo por mais tempo.

A fachada Leste (5° SE) possui *brises* inseridos em painéis entre os pilares ao longo de toda a extensão da galeria que dá acesso às salas de aula (Figura 149(A)). Estes painéis possuem módulos opacos e com *brises* horizontais dispostos de modo alternado, caracterizando esteticamente a composição plástica da fachada principal (Figura 149(B)).

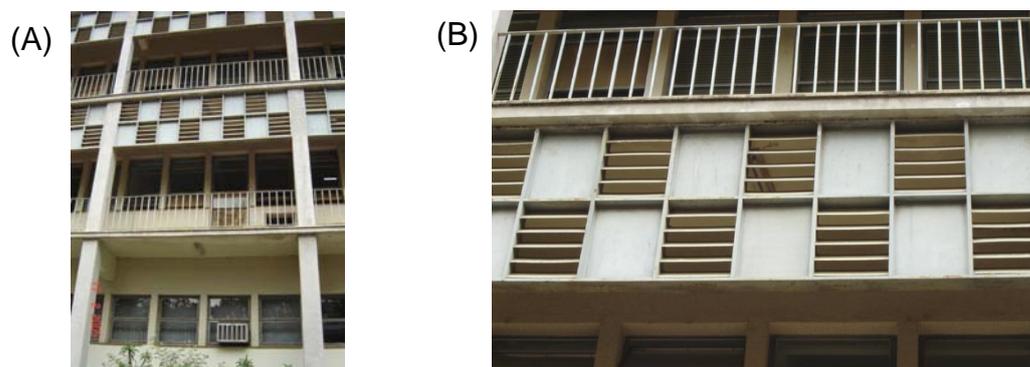


FIGURA 149 – Vista externa – (A) painéis entre os pilares (B) módulos opacos e com *brises*

Os painéis estão localizados na parte superior dos dois pavimentos, e deveriam proteger as salas de aula contra a incidência solar. Entretanto, esses dispositivos não cumprem com eficiência sua função ambiental, pois as salas recebem incidência solar durante a manhã sendo necessário o uso de cortinas internas. Percebe-se, pela Figura 150(A), que onde não há cortinas foram colocados papéis para impedir a entrada dos raios solares.

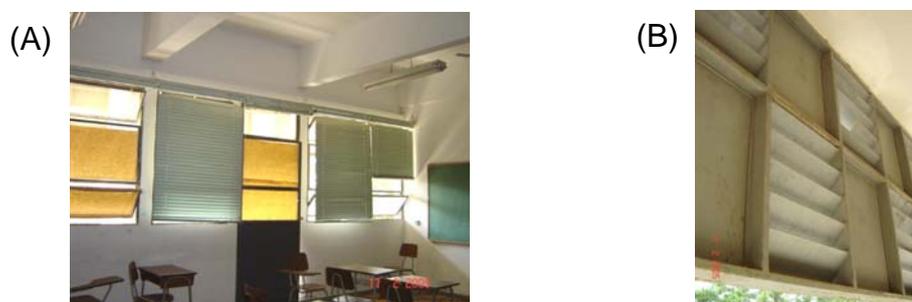


FIGURA 150 – (A) vista interna da sala de aula (B) detalhe das placas horizontais

Através da Figura 150(A) também se pode afirmar que há excesso de luminosidade no interior do ambiente, causando ofuscamento para os alunos. A visibilidade para o exterior é muito boa se não fosse a presença dos papéis fixados nos vidros.

Em virtude dos *brises* estarem localizados entre os pilares da galeria que estão afastados do plano da fachada, a ventilação nos ambientes é eficiente. Pelo mesmo motivo, as salas de aula possuem certa privacidade, aspecto positivo para os estudantes.

Os painéis metálicos possuem vãos onde estão inseridos painéis horizontais de fibrocimento (Figura 150(B)). O custo de implantação dessas placas não é oneroso, mas os painéis possuem um investimento maior. Como as placas não são muito duráveis, estas devem ser substituídas periodicamente, assim como se deve pintar regularmente os painéis metálicos.

FACULDADE E COLÉGIO DOM ALBERTO Santa Cruz do Sul

A característica mais evidente desta edificação se refere à composição regular das aberturas, marcadas com frisos horizontais. Contrapondo essa horizontalidade, *brise-soleils* verticais e móveis são inseridos nos vãos das janelas da fachada Norte, atuando de modo singelo na composição plástica da arquitetura (Figura 151(A)). Já na fachada Oeste, alguns *brises* horizontais foram inseridos e atuam de modo discreto na composição da fachada (Figura 151(B)).

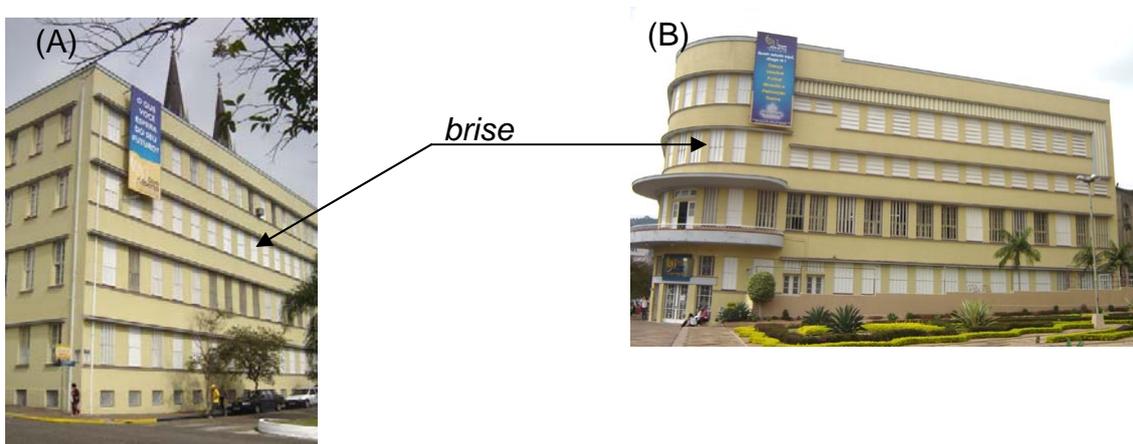


FIGURA 151 – Vista externa – (A) fachada Norte (B) fachada Oeste

A fachada protegida por *brises* verticais está orientada para Norte (20°NO), em virtude da mobilidade total dos painéis, há possibilidade de

proteção durante todo o período de incidência solar. Sendo assim, pode-se afirmar que os *brises* cumprem corretamente seu papel de elemento ambiental.

A cor, outra característica desse dispositivo, apresenta grandes vantagens. O grande fator de reflexão da radiação solar contribui na diminuição da entrada de calor e no aumento da luminosidade natural nos ambientes. A visibilidade do espaço exterior pode ser regulada de acordo com a movimentação dos painéis. Já a privacidade é garantida através das dimensões das janelas e pela presença dos *brises* (Figura 152(A) e 152(B)).

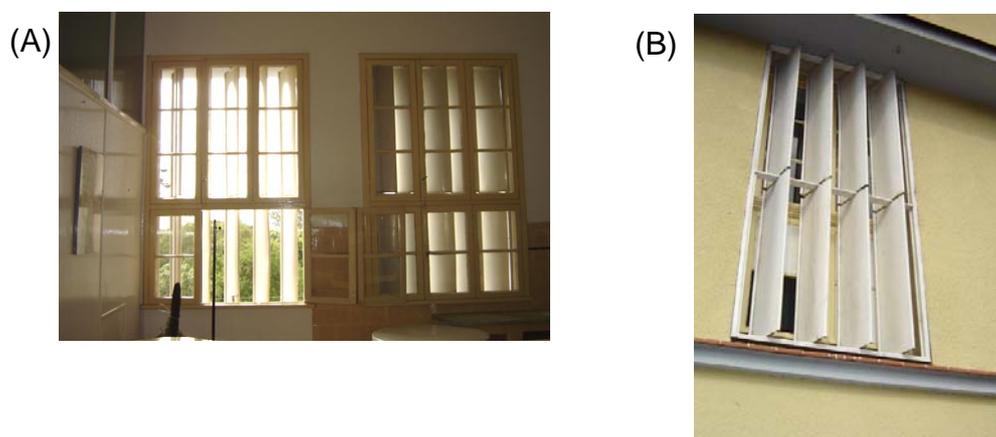


FIGURA 152 – (A) vista interna (B) privacidade garantida pelos *brises*

Como não há espaço entre as aberturas e o dispositivo não ocorre a dissipação do ar dos painéis para que o pouco de calor absorvido não seja transmitido para os ambientes. De qualquer modo, a ventilação dos espaços internos é boa e regulada através mobilidade das lâminas.

Por tratar-se de *brises* constituídos basicamente de material metálico, a durabilidade está vinculada à manutenção, principalmente da alavanca responsável pela mobilidade (Figura 153). A conservação dos painéis brancos, seja com pintura ou limpeza periódica, garante a reflexão dos raios solares. Pode-se afirmar que o custo de implantação é adequado considerando os benefícios gerados pelos *brises* neste edifício.



FIGURA 153 – Detalhe da alavanca que movimenta os painéis

A fachada orientada para Oeste possui além de *brises* verticais, a inserção de alguns dispositivos horizontais móveis, que atuam de maneira discreta na composição plástica da fachada (Figura 154(A)).

Os dispositivos horizontais não barram eficientemente os raios solares da fachada Oeste, transformando-se mais em elemento estético do que ambiental.

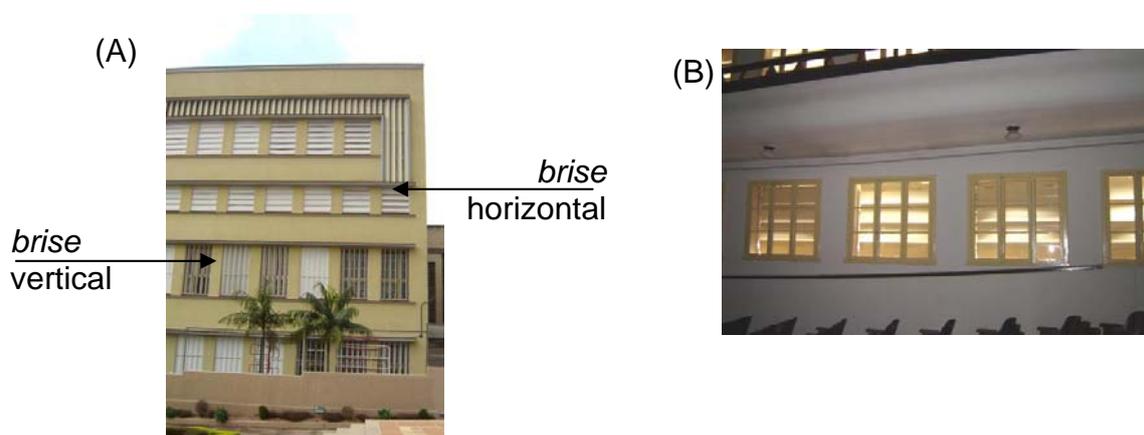


FIGURA 154 – (A) vista externa da fachada Oeste (B) vista interna do auditório

Da mesma forma que os *brises* verticais, os horizontais estão pintados com cor branca, que auxilia na reflexão dos raios solares e possibilita uma boa luminosidade no ambiente. A privacidade também é garantida. No entanto a

visibilidade para o exterior não é adequada, mesmo com a mobilidade dos painéis (Figura 154(B)).

A ventilação é regulada pelos painéis, não ocorrendo dissipação do ar entre os *brises* e as janelas protegidas.

Assim como ocorre com os *brises* verticais, os horizontais precisam de manutenção, mais especificamente na alavanca que dá movimentação aos painéis (Figura 155(A) e 155(B)). Também se faz necessária limpeza periódica para a conservação da cor clara nesses dispositivos.

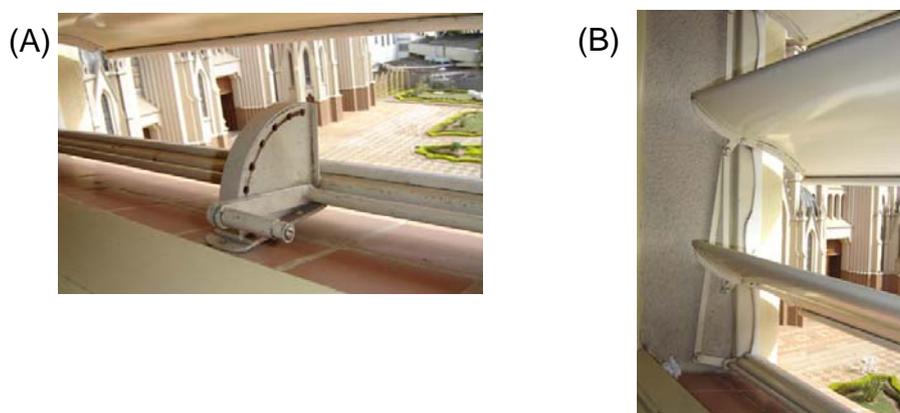


FIGURA 155 – Detalhes - (A) alavanca de movimentação (B) painéis móveis

Porém, a relação custo benefício para a implantação dos *brises* horizontais não é adequada visto que esses elementos não exercem de maneira eficiente sua função. Nesse caso, o custo de investimento seria adequado se fossem implantados *brises* verticais.

BANRISUL – AGÊNCIA CENTRO Santa Maria

O prédio prismático regular da década de 80, abriga as instalações do Banrisul no centro de Santa Maria. Sua volumetria é marcada por duas tipologias de *brises*: verticais e horizontais (Figura 156).



FIGURA 156 – Vista externa do Banrisul Agência Centro

A fachada orientada para Oeste (5°NO) está eficientemente protegida contra a incidência do sol no período da tarde, por *brises* verticais móveis. Estes dispositivos foram inseridos dentro de um quadro, funcionando como uma sobre-fachada, que está afastada cerca de 1m em relação plano das aberturas (Figura 157(A)).

A mobilidade dos elementos proporciona o controle da visibilidade, privacidade e iluminação natural no interior dos ambientes (Figura 157(B)) A ventilação não prejudicada, pois a galeria de acesso ao *brise* possui abertura na parte superior proporcionando dissipação do ar entre os painéis (Figura 157(C)).



FIGURA 157 – (A) afastamento entre os *brises* e as aberturas (B) galeria com abertura superior (C) detalhe da alavanca responsável pela mobilidade dos painéis

Essa galeria também auxilia na manutenção dos dispositivos que deve ser efetuada regularmente.

Atualmente, os *brises* estão fixados através de uma guia metálica que prendeu os painéis, ocasionando no fechamento total dessa fachada (Figura 158). Essa providencia foi tomada em vista de problemas causados pelos ventos da cidade que comprometeram a segurança do dispositivo, em função da altura das placas.



FIGURA 158 – Guia metálica que prende os painéis

Os *brises* horizontais fixos protegem parcialmente as aberturas da fachada Norte (5° NE), pois há incidência solar nos ambientes no período da tarde durante o verão. Isso não aconteceria se os dispositivos fossem móveis.

Entretanto, não há prejuízo com relação à luminosidade, visibilidade e ventilação nessas salas. Da mesma forma, que a privacidade é garantida para os funcionários do banco.

Com relação ao aspecto estético, pode-se afirmar que os *brises* horizontais compõem plasticamente a volumetria da edificação (Figura 159).

A estrutura do *brise* é fixada na estrutura das janelas o que pode ocasionar o desprendimento do dispositivo (Figura 160(A) e 160(B)). Sendo assim, é necessário além da manutenção, a verificação da estrutura para impedir problemas futuros.

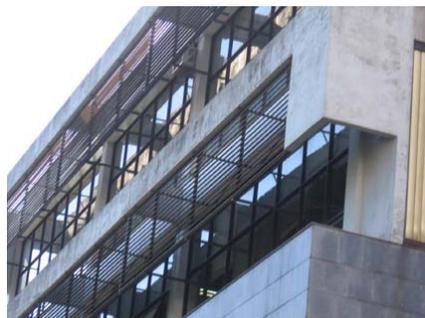


FIGURA 159 – *Brises* horizontais compõem plasticamente a edificação

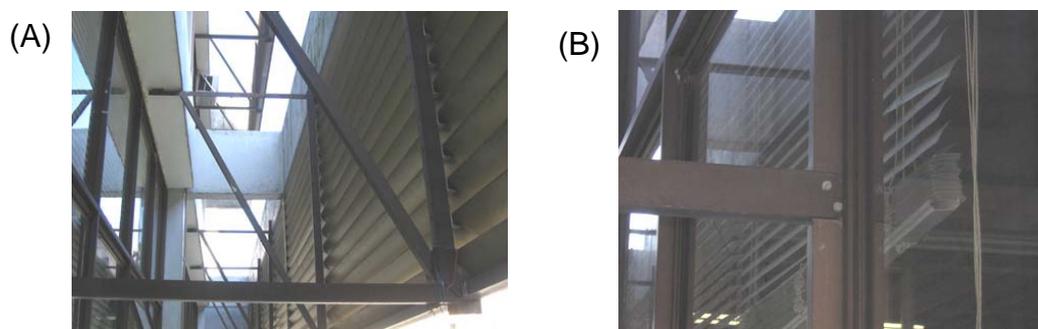


FIGURA 160– (A) fixação dos painéis na estrutura (B) fixação da estrutura nos montantes das janelas

SEST / SENAT Santa Maria

As organizações do Serviço Social do Transporte (SEST) e Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (SENAT) localizam-se numa ampla área da cidade e suas atividades estão distribuídas em blocos de um pavimento interligados entre si (Figura 161).



FIGURA 161 – Vista externa – (A) frente (B) lateral

Os blocos onde se desenvolvem as atividades possuem dois tipos de *brise-soleils*: vertical móvel e horizontal fixo (Figura 162(A) e 162(B)).

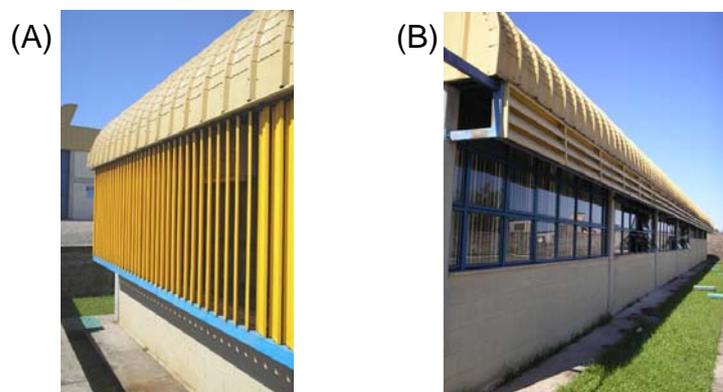


FIGURA 162– *Bris*es (A) vertical móvel (B) horizontal fixo

A presença dos *brises* verticais é predominante, comportando-se como elementos plásticos que dão caráter próprio aos prédios. Isso se deve principalmente, pelo fato dos dispositivos protegerem as extensas fachadas Leste (20°NE) e Oeste (20°SO).

A proteção causada pelos *brises* nessas fachadas é eficiente, pois além de estarem posicionados de maneira correta, são móveis, permitindo ao usuário o controle da radiação solar (Figura 163(A)). Porém, a luminosidade no interior dos ambientes seria melhor se os painéis fossem dotados de cor mais clara (Figura 163(B)). A mobilidade dos painéis também beneficia a visibilidade para o exterior, e possibilita o controle da privacidade no interior das salas.

Entretanto, pelo fato dos *brises* localizarem-se abaixo da cobertura com apenas uma abertura na parte inferior, a dissipação do ar é comprometida, da mesma forma que a ventilação não é tão adequada (Figura 163(C)).

O custo de implantação desse dispositivo certamente foi alto, em virtude de serem perfis metálicos. Já a estrutura, por ser confeccionada no local, teve custo mais baixo. A manutenção requer limpeza periódica e ajustes realizados regularmente para manter o funcionamento adequado dos *brises*. Feito isso, pode-se garantir uma boa durabilidade do dispositivo.



FIGURA 163 – (A) *brises* inseridos abaixo da cobertura (B) detalhe da alavanca para movimentação dos painéis (C) vista interna da sala

Os *brise-soleils* horizontais atuam de maneira discreta nas fachadas Norte (30°NO), não contribuindo de maneira efetiva na composição plástica dos prédios. Estão localizados numa faixa na parte superior, protegendo parte das aberturas. (Figura 164(A). Por isso, os ambientes possuem cortinas internas para a complementar a proteção solar.



FIGURA 164 – (A) vista externa do *brise-soleil* horizontal (B) *brises* horizontais não prejudicam a luminosidade e visibilidade (C) detalhe dos *brises* abaixo da cobertura

Em virtude da localização do dispositivo na fachada, não há qualquer prejuízo na visibilidade para o exterior. O mesmo acontece com a luminosidade, que neste caso, é controlada pelas cortinas (Figura 164(B).

A proteção interna também é responsável pela privacidade dos ambientes, já que os *brises* não interferem nesse aspecto. A ventilação é adequada, entretanto, a dissipação do ar entre os painéis não ocorre, pois estes estão inseridos logo abaixo da cobertura (Figura 164(C).

Os *brises* metálicos empregados nessa obra provavelmente foram adquiridos de empresas específicas, e por esse motivo, o custo tenha sido oneroso. Já a estrutura teve seu custo mais baixo por ter sido executada na região. A manutenção desses *brises* fixos não requer muito trabalho, apenas limpeza periódica para a adequada reflexão dos raios solares.

5.3.4 Considerações Gerais

Das 36 obras analisadas, constataram-se problemas na maioria delas com relação à utilização do *brise-soleil* demonstrando a falta de domínio por parte dos projetistas ao utilizar esse recurso. Isso ocorreu principalmente nas obras mais novas (a partir da década de 90) que apresentaram o dispositivo ou como um elemento que interfere na composição da fachada ou simplesmente um elemento adicionado posteriormente à edificação, evidenciando a posterior preocupação por parte desses profissionais com questões de conforto ambiental.

As obras antes da década de 90 apresentaram *brises* que compõem plasticamente a volumetria da edificação, sendo, portanto, pensados durante a fase de projeto. A grande maioria desses elementos cumpre eficientemente seu papel ambiental. Isso comprova que arquitetos e engenheiros de escolas mais antigas possuem um adequado conhecimento sobre as implicações da radiação solar.

Percebe-se também que, em algumas obras atuais, o dispositivo foi colocado na orientação correta, mas como apresentam problemas com relação a aspectos como luminosidade, ventilação, visibilidade, entre outros, acabam tendo um resultado negativo com relação à eficiência ambiental. Outro problema encontrado refere-se ao pouco conhecimento por parte dos projetistas com relação à trajetória do sol. Em alguns exemplares da arquitetura, a posição do *brise-soleil* foi acertada para a orientação em questão,

entretanto, os painéis não foram posicionados de forma a barrar a maior incidência de raios solares, como Oeste e Norte.

A tipologia de *brise* mais encontrada na região central do Estado foi o vertical fixo de concreto, demonstrando a grande preocupação dos profissionais em proteger as fachadas das orientações Oeste e Leste. O *brise* combinado teve a menor utilização.

Os materiais encontrados nas obras atuais são leves, práticos e de fácil manutenção, do contrário dos materiais utilizados antigamente, como o fibrocimento e o concreto.

A maior preocupação dos projetistas dessas obras analisadas foi proteger as fachadas Oeste e Norte, que são as responsáveis pelo maior ganho térmico de uma edificação.

As edificações analisadas que mais utilizam o *brise-soleil* são obras escolares e públicas. Já os prédios residências buscam resolver seus problemas de conforto térmico de outras maneiras visando não elevar o custo final da obra. Isso justifica a menor incidência do *brise-soleil* nesse tipo de edificação.

6. CONCLUSÕES

Ao questionar arquitetos e engenheiros a respeito da utilização do *brise-soleil*, verificar as limitações e potencialidades do dispositivo industrializado e analisar a implantação desse protetor solar na arquitetura da região atingem-se o propósito de conhecer os reais motivos da pouca implantação desse recurso por parte dos projetistas e apresentar aspectos relevantes para a adequada inserção do *brise-soleil* como elemento arquitetônico e de grande utilidade na busca de melhores condições de conforto ambiental.

Um dos principais motivos da falta de uma maior utilização dos *brises* ocorre pelo desconhecimento dos projetistas sobre o funcionamento, benefícios e particularidades do recurso e também pela deficiência de aprendizagem com relação às questões de conforto ambiental.

Algumas faculdades de ensino de Arquitetura abordam o tema sobre conforto ambiental de uma maneira muito superficial, não proporcionando uma base sólida, principalmente no que diz respeito a sistemas de controle solar. Sendo assim, cria-se uma cultura de arquitetos que sabem muito bem utilizar vidros em suas obras, mas que possuem deficiência em saber protegê-los da excessiva radiação solar.

A insegurança de arquitetos e engenheiros com relação à utilização do *brise* também é fruto da pouca difusão desse elemento como ferramenta de projeto. As empresas que comercializam o produto *brise-soleil* localizam-se na região Sudeste do país, dificultando o acesso e aquisição desse material. Dessa maneira, culturalmente nossa região não possui o hábito de investir em proteção solar, tornando este elemento pouco difundido entre os projetistas.

Assim, faz-se necessário uma maior divulgação dos benefícios do *brise-soleil* entre os projetistas, bem como maior conhecimento por parte desses profissionais a respeito da correta utilização desse dispositivo na busca do controle da incidência solar nas edificações. Essa divulgação pode ser realizada através de representações em outras regiões do país, a fim de que

esse dispositivo seja disseminado como um elemento de grande relevância na busca por eficiência ambiental aliada a composição plástica da arquitetura.

Partindo-se da questão que o *brise-soleil* é um elemento capaz de modificar as condições climáticas no interior da edificação, podemos afirmar que este elemento atua como um equipamento de condicionamento natural. E como qualquer equipamento, deveria ser aprimorado para sua utilização no mercado de trabalho. Um estudo para a criação de um sistema de controle solar externo que, permitisse uma escolha mais variada de modelos de estrutura, perfis com dimensões variadas e de diferentes materiais, e pudesse ser implantado na obra com grande versatilidade tanto em posição como em padrão estético, teria uma grande repercussão para a arquitetura, provendo os projetistas de uma alternativa de projeto de grande utilidade.

Entretanto, o controle da radiação solar sempre dependerá, em primeiro lugar, dos arquitetos e engenheiros, pois é com base nos seus conhecimentos técnicos a respeito de um equipamento, neste caso, o *brise-soleil*, que chegará à melhor solução para seu projeto, de acordo com as condições financeiras do cliente e com as próprias exigências ambientais e plásticas da edificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATEM, C, G. Uso do brise-soleil na arquitetura de Artigas em Londrina. 2003. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2003, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, PR: ANTAC, 2003, p. 1358 – 1365.

BARNABÉ, P. **Considerações sobre a luz natural da arquitetura.** Trabalho Programado I. Mestrado Interinstitucional FAU-USP/DAU-UEL. São Paulo, 2000

BENEVOLO, L. **História da Arquitetura Moderna.** São Paulo: Perspectiva, 1989.

BITTENCOURT, L. **Uso das cartas solares – diretrizes para arquitetos.** Maceió: Edufal, 1988.

BOESIGER, W.; GIRSBERGER, H. **Le Corbusier 1910-65.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1994.

BRUAND, Yves. **Arquitetura Contemporânea no Brasil.** São Paulo: Perspectiva, 1981.

CURTIS, Willian J. R. **Modern Architecture since 1900.** London: Phaidon, 1999.

DANZ, E. **La arquitectura y el Sol.** Edit. G. Gilli, Barcelona, 1989.

DUTRA, Luciano. **Uma Metodologia para Determinação do Fator Solar Desejável em Aberturas**.1994. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.

FATHY, H. **Natural energy and vernacular architecture**. Chicago: University of Chicago, 1986.

FITCH, J. M. **The environmental forces that shape**. “American Building 2”. Boston: Houghton Mifflin Company Boston, 1972.

FROTA, A. B. SCHISSER, S. R. **Manual do conforto térmico**, São Paulo: Studio Nobel, 1995.

GHISI, E **Melhoria nas condições de conforto térmico de edificações**. Relatório de Bolsa de Iniciação Científica – CNPq. Florianópolis, SC. 1994.

GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. Elseiver, London, 1976.

GONZALEZ, Eduardo; HINZ, Elke; OTEIZA, Pilar de; QUIROS, Carlos. **Proyecto, Clima y Arquitectura**. Volume 2. Universidad del Zulia, México: Ediciones G. Gili, S.A. de C.V., 1986.

GUADANHIM, J. **Influência da Arquitetura Moderna nas casas de Londrina: 1955 a 1965**. 2002. Tese (Doutorado em Arquitetura) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

GUTIERREZ, Grace Cristina Roel. **Avaliação do desempenho térmico de três tipologias de brise-soleil fixo**.2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2004.

KOENIGSBERGER, O.H.; INGERSOLL, T.G.;MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S. V. **Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales**. Paraninfo S.A., Madrid, Espanha, 1977.

LABAKI, L. C.; CARAM, R. M. Os vidros e o conforto ambiental. In: III ENCONTRO NACIONAL e I ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Gramado, RS. **Anais...** Gramado, RS: ANTAC, 1995, p. 215 – 220.

LAM, Willian M. C. **Sunlighting as Formgiver for Architecture**. New York:Van Nostrand Reinhold, 1986.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

LECHNER, N. **Heating, cooling, Lighting Design Methods for Architects**. New York, John Wiley & Sons, 1991.

MAHFUZ, E. **Ensaio sobre a razão compositiva**. Viçosa: UFV; Belo Horizonte: AP Cultural, 1995.

MARAGNO, Gogliardo Vieira. **Eficiência e forma do brise-soleil na Arquitetura de Campo Grande – MS**. 2000. 203f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

MASCARÓ,L **Energia na Edificação**. 2ª edição. São Paulo: Projeto Editores Associados, 1991.

MASCARÓ, Lucía R. De. **Luz, clima e arquitetura**. 3 ed. São Paulo: Nobel, 1983.

MINDLIN, H. E. **Arquitetura Moderna no Brasil**. Rio de Janeiro, Aeroplano editora, 1999.

OLGYAY, V. **Arquitectura y Clima**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

OLGYAY, Aladar, OLGAYAY, Victor. **Solar Control and Shading Devices**. Princeton: Princeton University, 1957.

PEIXOTO, M. S. **Sistemas de proteção de fachadas na escola carioca: de 1935 a 1955**. 1994. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

PEREIRA, F. O. R. Luz Solar direta: Tecnologia para melhoria do ambiente lumínico e economia da energia na edificação. In: II ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1993, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: ANTAC, 1993, p. 257-267

POLER, Mauricio. **Clima y Arquitectura**. Caracas: Banco Obrero, 1968.

RIVERO, R. **Arquitetura e Clima: Acondicionamento Térmico Natural**. Porto Alegre: D.C Luzzato Editores, 1985.

REVISTA PROJETO. nº 125.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para desenho urbano**. 2 ed. São Paulo: ProEditores, 2000.

ROSADO, C.; PIZZUTTI, J. L. A influência das cores no conforto térmico-lumínico e na redução do consumo de energia nas edificações. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE

CONSTRUÍDO, 1997, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA: ANTAC, 1997, p. 246 – 250.

SANTOS, J. P. **Metodologia para avaliação do desempenho térmico e visual de elementos transparentes frente à radiação solar**. 2002. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SEGAWA, Hugo **Arquiteturas no Brasil 1900-1990**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1997.

TWAROWSKI, M. **Soleil et Architecture**. Paris: Dunod, 1967.

VITRUVIO, M. L. **Los diez libros de arquitectura**. Tradução por Augustín Blaquez. Barcelona: Ibéria, 1955.

WILSON, A. Technology and Practice – An Improved Outlook. **Architecture**, August, 1990, p. 95-8.

ANEXOS

ANEXO A

Questionário aplicado a oitenta arquitetos e engenheiros da região central do Rio Grande do Sul

QUESTIONÁRIO:

01- Nome (facultativo):

02- Titulação:

- Arquiteto
- Arquiteto e Urbanista
- Engenheiro civil

03- Tempo de experiência?

- 1 a 5 anos
- 5 a 10 anos
- 10 a 15 anos
- 15 a 20 anos
- 20 a 25 anos
- mais de 25 anos

04- **Enumere de 1 a 3 em ordem** os tipos de projetos mais desenvolvidos:

(1 – mais desenvolvido, e assim por diante)

- Residências
- Arquitetura de interiores
- Edifícios Residenciais
- Edifícios Comerciais
- Edifícios Culturais
- Escolas / Faculdades
- Hospitais / Clínicas
- Obras Públicas
- Indústrias
- Outro – cite

05- Em que escala a orientação solar é considerada no seu projeto?

- Extremamente
- Muito
- Regular
- Pouco

06- Quais os recursos de projeto que mais utiliza em locais onde as aberturas recebem grande insolação? **Enumere de 1 a 3 em ordem de importância:**

- Brise-soleil
- Beirais
- Materiais transparentes especiais
- Cortinas internas
- Outro – cite.....

07 – Qual seu nível de conhecimento a respeito do brise-soleil?

- apenas teórico
- prático – somente em nível de projeto
- prático – projeto e execução

08- No caso de utilizar brise-soleil como solução arquitetônica, qual sua 1ª opção para a escolha do mesmo?

- Brises industrializados
- Brises desenhados especialmente para o projeto
- Perfis metálicos para confecção do brise
- Outro – cite.....

09- Justifique o motivo da escolha:

10- Supondo que você queira utilizar o brise-soleil em algum projeto ou obra, onde buscaria as informações? **Marque somente um item**

- internet
- catálogos
- através de projetistas que já utilizaram
- outro – cite

11 – Em qual fase o brise-soleil deve ser inserido como solução arquitetônica?

- no projeto
- na execução da obra
- após a execução da obra

12- Considerando a idéia de utilizar o brise-soleil como solução arquitetônica, **enumere em ordem de importância de 1 a 5**, as dificuldades referentes à implantação deste dispositivo em seus projetos: *Obs.: apenas 5 itens serão marcados.*

- dificuldade junto à construtora na execução desse dispositivo do projeto
- desconhecimento sobre o desempenho do produto
- desconhecimento sobre a forma de utilização do produto
- informações insuficientes em catálogos e/ou internet
- dificuldade de aquisição
- dificuldade de instalação
- dificuldade de adequação ao projeto com relação à modulação
- pouco versátil quanto à composição plástica
- poucas opções de cores
- custo
- dificuldade de convencer o cliente quanto aos benefícios do dispositivo

13– Relate algumas considerações pessoais sobre esse assunto:

ANEXO B

A Tabela abaixo serviu de base para analisar as tipologias de *brises* na arquitetura da região central do Rio Grande do Sul

| | |
|----------------------------|--|
| Edificação | |
| Localização | |
| Tipos existentes | |
| Orientação | |
| Estrutura | |
| material | |
| acabamento | |
| Painéis | |
| material | |
| acabamento | |
| posição * | |
| Inclinação ** | |
| Composição do brise | |
| mobilidade | |
| fixação estrutura | |
| fixação painéis | |
| inserção na fachada *** | |
| Considerações | |
| composição plástica **** | |
| eficiência | |

* vertical, horizontal, diagonal, combinado (cobogó)

** inclinação dos painéis – variável (0° - 180°), 45°, sem inclinação (combinados- fixos, perpendiculares à fachada)

* * * alinhado c/ fachada, saliências leves ou grandes, dentro do quadro da abertura, bordas salientes, recuado, sobre-fachada (antepõe à fachada).

* * * * escala

- **1** – definem a composição formal e plástica da edificação, além de protetores solares, são elementos que dão caráter próprio ao edifício
- **2** – definem a composição da fachada; percebe-se que foi pensado no projeto
- **3** – elemento de fachada, colocado posteriormente para a resolver problemas de radiação solar; sem caráter significativo

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)