

**Relatório de Ensaio RE-008/06**

**Fachada de Alumínio**

Interessados: **ALUMIGON BRASILEIRA IND. E COM. LTDA**  
Av. dos Estados, 3474 – Bairro Santa Terezinha  
09210-580 – Santo André – S.P.

Obra: **Edifício Santa Catarina**  
Av. Paulista, 287 – São Paulo – S.P.

**1. MATERIAL ENSAIADO**

Uma fachada constituída por 16 (dezesesseis) quadros fixos e 02 (duas) folhas móveis do tipo maxim-ar, denominada pelo interessado como “*Fachada Shadow*”, com dimensões conforme segue:

- |  |                     |
|--|---------------------|
| ✓ Quadros Fixos nº 05, 10 e 14                 | : (1090 x 1945) mm; |
| ✓ Quadros Fixos nº 06 e 16                     | : (1240 x 965) mm;  |
| ✓ Quadros Fixos nº 07, 08, 11, 12, 13, 15 e 17 | : (1240 x 1945) mm; |
| ✓ Quadros Fixos nº 02, 03 e 04                 | : (1240 x 1805) mm; |
| ✓ Quadro Fixo nº 01                            | : (1090 x 1805) mm; |
| ✓ Folhas Móveis nº 09 e 18                     | : (1240 x 970) mm.  |

**2. CARACTERÍSTICAS DO PROTÓTIPO**

Fabricante: CMA MERCANTIL DE ALUMÍNIO LTDA.

**2.1. Fixação no vão**

O protótipo foi fixado através de ancoragens na estrutura metálica do pórtico e fixações em geral no encontro com o fechamento lateral. Foram utilizadas para fechamento lateral do vão chapas de madeira de 20 mm de espessura.

**2.2. Sistema de vedação:**

- ✓ **Silicone:**
  - Na fixação dos vidros, no lado externo, em todo perímetro;
  - Na fixação dos vidros, no lado interno, nos “cantos” das folhas (foto nº. 07);
  - Nos encontros de travessas e montantes dos quadros fixos, na face interna (fotos nº. 08 e 09);

- Nos encontros à 90° das travessas e montantes do marco, na face interna;
  - Nas emendas dos montantes do marco (foto nº. 10);
  - Nos parafusos de fixação das ancoragens nos montantes;
  - Nos furos dos montantes do marco, ocasionados pelos parafusos de fixação retirados;
  - Em todo o perímetro do protótipo, no encontro com o pórtico, em ambas as faces.
- ✓ **Guarnição de Borracha:**
- Nos quadros fixos, na face interna, em todo perímetro;
  - Em todo perímetro dos quadros fixos e folhas móveis, na face externa;
  - Nas travessas e montantes das folhas móveis, em todo perímetro, na face interna;
  - Na face superior e inferior do perfil do brise, no encontro com a travessa do marco, em toda extensão (foto nº. 11).
- ✓ **Espuma de vedação**
- Entre os vidros e os quadros, em todo perímetro, na face externa.
- ✓ **Segmento de silicone**
- Segmentos com aproximadamente 100 mm cada, posicionados nas regiões dos furos dos montantes do marco, ocasionados pelos parafusos de fixação retirados.
- ✓ **Tarucel**
- Em todo o perímetro do protótipo, no encontro com o pórtico, em ambas as faces.

### **3. ENSAIOS REALIZADOS E METODOLOGIA**

- 3.1. Verificação da penetração de ar, conforme NBR 6485.
- 3.2. Verificação da estanqueidade à água, conforme NBR 6486.
- 3.3. Comportamento sob cargas uniformemente distribuídas, conforme NBR 6487.

Dados da obra para realização dos ensaios, fornecido pelo interessado:

Pressão de projeto (Pp)	: 1020 Pa
Pressão de estanqueidade à água - Pp x 0,15	: 160 Pa
Pressão positiva de ensaio (Pe) – Pp x 1,5	: 1530 Pa
Pressão negativa de ensaio (sucção): Pe x 0,80	: 1230 Pa

#### 4. RESULTADOS OBTIDOS

##### 4.1. Verificação da penetração de ar.

Pressão (Pa)	Máxima velocidade de ar detectada (m/s)	Localização
50	0,00	--
50 (*)	0,00	--

(\*) Verificação da penetração de ar após ensaio de deformação.

##### 4.2. Verificação da estanqueidade à água.

Região e Classe de Utilização	Pressão de Ensaio (Pa)	Período de Aplicação (min)	Ocorrências
Pressão de Projeto: 1020 Pa	160	15	Nenhuma.
(**)	300	15	PI – na região do fecho direito da folha maxim-ar inferior (folha móvel nº 09). PI – no encontro a 90º da travessa inferior com o montante direito, do quadro fixo nº 16.

(\*\*) Pressão aplicada a pedido do interessado.

Legenda:

PI - permeabilidade inicial, na qual **não ocorre** escoamento de água pelas paredes ou componentes sobre os quais esteja fixado o caixilho.

PE - permeabilidade excessiva, na qual **ocorre** escoamento de água pelas paredes ou componentes sobre os quais esteja fixado o caixilho.

##### 4.3. Comportamento sob cargas uniformemente distribuídas

###### 4.3.1. Pressão positiva

Pressão (Pa)	Velocidade do vento (km/h)	Deformação (mm)			Deformação Real (mm) $D2 - \left[ \frac{(D1 + D3)}{2} \right]$
		D1	D2	D3	
900	137	2,3	8,2	0,9	6,60
residual	0	0,1	0,7	0,3	0,50
1200	158	3,1	11,2	1,4	8,95
residual	0	0,2	0,8	0,4	0,50
1530	178	4,1	16,3	4,3	12,10
residual	0	0,6	3,1	2,9	1,35
1730	189	4,6	18,5	5,2	13,60
residual	0	0,7	4,6	3,9	2,30
Deformação máxima (comprimento livre do perfil $3200 \div 175 = 18,29$ mm, sendo que conforme NBR 10821 a deformação máxima está limitada a 20,00mm)					18,29
Deformação residual máxima (0,4% do comprimento livre do perfil)					12,80



#### 4.3.2. Pressão negativa (sucção)

Pressão (Pa)	Velocidade do vento (km/h)	Deformação (mm)				Deformação Real (mm) $D2 - \left[ \frac{(D1 + D3)}{2} \right]$
		D1	D2	D3	D4	
700	120	2,2	8,6	2,0	9,9	6,50
residual	0	0,7	3,1	1,6	3,0	1,95
960	141	2,8	11,7	3,2	13,3	8,70
residual	0	0,8	4,1	2,5	3,7	1,65
1230	160	3,4	14,0	3,9	13,9	10,35
residual	0	0,8	4,5	2,8	3,8	2,70
Deformação máxima (comprimento livre do perfil $3200 \div 175 = 18,29$ mm, sendo que conforme NBR 10821 a deformação máxima está limitada a 20,00mm)						18,29
Deformação residual máxima (0,4% do comprimento livre do perfil)						12,80

Os deflectômetros para medida das deformações foram posicionados no montante central, com vão de 3200 mm entre as ancoragens, conforme apresentado a seguir e identificado no projeto anexo:

- D1 – na parte superior do vão;
- D2 – no centro do vão entre as ancoragens;
- D3 – na parte inferior do vão;
- D4 – no centro da travessa inferior do quadro fixo nº. 12.

## 5. OBSERVAÇÕES

5.1. Os requisitos de desempenho das esquadrias são estabelecidos para quatro categorias de edificações, denominadas Classes de Utilização, conforme segue:

- ✓ **Classe Normal:** esquadrias que serão instaladas em edifícios de caráter residencial ou comercial simples, de até dois pavimentos;
- ✓ **Classe Melhorada:** esquadrias que serão instaladas em edifícios de caráter residencial ou comercial até quatro pavimentos ou 12 m;
- ✓ **Classe Reforçada:** esquadrias que serão instaladas em edifícios de caráter comercial pesado ou edifícios residenciais que possuam cinco ou mais pavimentos;
- ✓ **Classe Excepcional:** esquadrias que serão instaladas em edifícios de arquitetura especiais (shoppings, indústrias, hospitais, etc.)

As pressões de ensaio para verificação da estanqueidade à água e comportamento sob cargas uniformemente distribuídas, são determinadas conforme Classe e Região de utilização da esquadria no território nacional, sendo utilizado como critério para Região o gráfico das isopletras de velocidade básica do vento indicado na Figura 2 da NBR 10821.

Para as Classes de Utilização Reforçada e Excepcional as pressões de ensaio a serem adotadas são determinadas em função da **Pressão de Projeto** específica para cada edificação. A pressão de projeto deve ser determinada de acordo com a NBR 6123, conforme exemplo apresentado no Anexo B da NBR 10821.

***A Pressão de Projeto adotada para a realização dos ensaios foi fornecida pelo interessado e é de sua total responsabilidade.***

- 5.2. Na ausência de Norma Técnica brasileira específica para fachadas, adotamos a título de informação a NBR 10821 – Caixilho para edificação – Janela, para realizar as seguintes considerações:

De acordo com os resultados obtidos no ensaio de Verificação da Penetração de Ar, o protótipo ensaiado **atendeu** às exigências da NBR 10821 para ambientes não condicionados ou não climatizados, localizados em São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, para todas as classes de utilização.

No ensaio de Verificação da Estanqueidade à água, o resultado obtido **atendeu** às exigências da NBR 10821 para a Pressão de Projeto de 1020 Pa (160 Pa de pressão de ensaio aplicada).

Quanto ao Comportamento Sob Cargas Uniformemente Distribuídas, o protótipo **atendeu** às exigências da NBR 10821 para a Pressão de Projeto de 1020 Pa, apresentando desempenho satisfatório até a pressão positiva de 1730 Pa (189 km/h) e pressão negativa (sucção) de 1230 Pa (160 km/h).

- 5.3. É PARTE INTEGRANTE DESTES RELATÓRIO DE ENSAIO E O COMPLEMENTA, O DESENHO DA ESQUADRIA COM CARIMBO E RÚBRICA DESTES LABORATÓRIO.
- 5.4. Segue anexo documentação fotográfica (fotos nº. 01 a 11).
- 5.5. Ensaios realizados em agosto de 2.006.

São Paulo, 22 de Agosto de 2.006.

**ITEC**  
Instituto Tecnológico da Construção Civil

  
\_\_\_\_\_  
**MICHELE GLEICE DA SILVA**  
Engenheira Civil  
CREA 5060929017

ANEXOS

- ✓ Documentação Fotográfica (fotos nº. 01 a 11).
- ✓ Projeto da esquadria com carimbo e rubrica.







**Foto nº. 01**  
Vista externa do protótipo ensaiado.



**Foto nº. 02**  
Verificação da penetração de ar.

"Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser realizada na íntegra, sendo proibida a reprodução parcial."

8



**Foto nº. 03**  
Verificação da estanqueidade à água.

**Foto nº. 04**  
Verificação da estanqueidade à água.



"Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser realizada na íntegra, sendo proibida a reprodução parcial."

8





**Foto nº. 05**  
Comportamento sob cargas uniformemente  
distribuídas – Posicionamento dos  
deflectômetros.

**Foto nº. 06**  
Comportamento sob cargas uniformemente  
distribuídas – Posicionamento dos  
deflectômetros.



"Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser realizada na íntegra, sendo proibida a reprodução parcial."

**ACOMPANHAMENTO DA DESMONTAGEM PARA VERIFICAÇÃO DO PROTÓTIPO  
CONFORME PROJETO:**



**Foto nº. 07**

Silicone na fixação do vidro, no lado interno, nos "cantos" da folha.



**Foto nº. 08**

Silicone no encontro das travessas e montantes do quadro fixo, na face interna.

"Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser realizada na íntegra, sendo proibida a reprodução parcial."







**Foto nº. 09**

Silicone no encontro das travessas e montantes do quadro fixo, na face interna.



**Foto nº. 10**

Silicone na emenda dos montantes do marco

"Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser realizada na íntegra, sendo proibida a reprodução parcial."







**Foto nº. 11**

Guarnição de borracha, na face superior e inferior do perfil do brise, no encontro com a travessa do marco, em toda extensão.

"Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser realizada na íntegra, sendo proibida a reprodução parcial."