

**Relatório de Ensaio RE-04514/19**

Interessado: **FMF INDUSTRIA E COMÉRCIO DE ESQUADRIAS LTDA - EPP**  
Rua Pedro Ripoli, 2110 – Galpão 01 – Barro Branco  
09410-020 – Ribeirão Pires – SP

Obra: (0243)

**1. MATERIAL ENSAIADO**

02 (duas) janelas do tipo de correr, em alumínio, linha Magnum, constituída por 02 (duas) folhas móveis em vidro, com dimensão nominal de (1680 x 1200) mm, entregue pelo interessado em nosso laboratório em 04/04/2019, caracterizada a seguir:

Dimensões	L x H x E
– Marco:	(1667 x 1200) mm;
– Folhas móveis (02 unidades):	( 845 x 1163) mm;
– Vidros floats incolores (02 unidades):	( 783 x 1088 x 4) mm;
– Rasgos de drenagem (06 unidades):	( 30 x 5) mm;
– Altura da aba do trilho:	29 mm;

**2. CARACTERÍSTICAS DO PROTÓTIPO**

**2.1. Fixação no vão**

O protótipo para ensaios em câmara foi chumbado em um vão de alvenaria de blocos cerâmicos revestidos com argamassa e em pórtico metálico para os ensaios de manuseio.

**2.2. Verificação do protótipo em relação ao projeto do mesmo em anexo:**

Após o término dos ensaios, foi realizada a verificação do protótipo em relação ao projeto enviado pelo interessado, durante a desmontagem do protótipo verificou se todo o sistema de fixação e vedação estão de acordo com projeto.

Conforme a verificação realizada constatou-se que a esquadria ensaiada **confere** com o projeto apresentado.

**3. ENSAIOS REALIZADOS / METODOLOGIA**

**3.1. Verificação da penetração de ar, conforme NBR 10821-3:2017, item 5.**

- 3.2. Verificação da estanqueidade à água, conforme NBR 10821-3:2017, item 6.
- 3.3. Comportamento sob cargas uniformemente distribuídas, conforme NBR 10821-3:2017, item 7.
- 3.4. Verificação do comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento, conforme NBR 10821-3:2017 – Anexo D.
- 3.5. Resistência ao esforço horizontal/vertical, com um canto imobilizado, conforme NBR 10821-3:2017 – Anexo G.
- 3.6. Resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com dois cantos imobilizados, conforme NBR 10821-3:2017 – Anexo I.
- 3.7. Resistência à flexão, conforme NBR 10821-3:2017 – Anexo J.

**Pressões adotadas para a realização do ensaio a pedido do interessado:**

Pressão de ensaio (Pe)	: 1350	Pa
Pressão de segurança (Ps)	: 1760	Pa
Pressão de água (Pa)	: 280	Pa

**4. RESULTADOS OBTIDOS**

4.1. Verificação da penetração de ar.

DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE AR – 50 Pa	
Vazão de Alimentação $Q_a$ (m <sup>3</sup> /h)	62,70
Vazão de Ar $Q$ (m <sup>3</sup> /h)	74,10
Vazão de Permeabilidade $Q_p$ ( $Q_p = Q - Q_a$ )	11,40 m <sup>3</sup> /h
CÁLCULO DA VAZÃO POR METRO LINEAR DE JUNTAS ABERTAS	
Comprimento de Juntas Abertas (m)	6,84
Vazão de Permeabilidade por metro linear ( $Q_p \div$ Comprimento de Juntas Abertas)	1,67 m <sup>3</sup> /hxm
Classificação de acordo com Anexo C da NBR 10821-2	(1,66 a 15,61) m <sup>3</sup> /hxm Intermediário
CÁLCULO DA VAZÃO POR ÁREA TOTAL DO VÃO	
Área do vão (m <sup>2</sup> )	2,02
Vazão de Permeabilidade por área total do vão ( $Q_p \div$ Área Total do Vão)	5,64 m <sup>3</sup> /hxm <sup>2</sup>
Classificação de acordo com Anexo C da NBR 10821-2	< 6,65 m <sup>3</sup> /hxm <sup>2</sup> Superior

"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."

4.2. Verificação da estanqueidade à água – Método A (esquadrias totalmente expostas):

Pressão de Ensaio (Pa)	Período de Aplicação (min.)	Ocorrências
0	15	Nenhuma ocorrência de infiltração, apenas a presença de água no trilho.
20	05	
40	05	
60	05	<b>PI-01:</b> Borbulho entre a travessa inferior da folha direita e a travessa do marco, sem ocasionar respingos para a face interna (1') – Foto n.º 03.
80	05	
100	05	
130	05	
160	05	
180	05	<b>PE-02:</b> Borbulho entre a travessa inferior da folha direita e a travessa do marco, ocasionando respingos para face interna (1') – Foto n.º 04.
190	05	
220	05	
250	05	<b>PE-03:</b> Transbordamento para a face interna – Foto n.º 05.
280	05	
<b>Requisitos da NBR 10821-2:2017 – item 6.2.2:</b>		
A janela não pode apresentar vazamentos que provoquem o escoamento de água pelas paredes ou componentes sobre os quais esteja fixada (PE), quando submetida às pressões de ensaio correspondentes às regiões do Brasil onde é utilizada.		

Tempo de escoamento d'água para a face externa após cessar da pressão: 3'.

Seguem definições de acordo com a NBR 10821-3:2017, itens 3.7 e 3.9:

**Permeabilidade Inicial (PI):** Vazamento, escoamento ou borbulhamento de água no interior da esquadria ou das partes, ocorrido a qualquer tempo, desde que a água não ultrapasse o plano interno do marco da esquadria, sem molhar o peitoril da alvenaria ou a face interna da parede. O PI determina o nível de desempenho da esquadria, não aprova ou reprová.

**Permeabilidade Excessiva (PE):** Todo e qualquer vazamento de água que ultrapasse o plano interno do marco da esquadria. Neste caso a esquadria é reprovada.

**4.3. Comportamento sob cargas uniformemente distribuídas (deformação)**

**4.3.1. Pressão positiva.**

Pressão (Pa)	Deformação (mm)			Deformação Real (mm) $D2 - \left(\frac{D1 + D3}{2}\right)$
	D1	D2	D3	
350	0,6	2,8	1,0	2,0
residual	0,2	0,1	0,1	0,0
950	1,4	6,2	1,8	4,6
residual	0,2	0,3	0,2	0,1
1060	1,8	7,0	2,1	5,0
residual	0,3	0,4	0,4	0,0
1170	2,1	7,8	2,2	5,6
residual	0,3	0,4	0,4	0,0
1180	2,3	8,0	2,4	5,6
residual	0,4	0,4	0,4	0,0
1350	2,3	9,1	2,6	6,6
residual	0,4	0,4	0,4	0,0
Deformação máxima (comprimento livre do perfil 1163 mm + 175, sendo que conforme NBR 10821-2:2017 a deformação máxima está limitada a 30,00mm).				<b>6,6</b>
Deformação residual máxima (0,4% do comprimento livre do perfil)				<b>4,7</b>

**4.3.2. Pressão Negativa (sucção).**

Pressão (Pa)	Deformação (mm)			Deformação Real (mm) $D2 - \left(\frac{D1 + D3}{2}\right)$
	D1	D2	D3	
350	1,2	2,6	1,0	1,5
residual	0,5	0,6	0,5	0,1
950	2,1	6,3	1,7	4,4
residual	0,9	0,8	0,5	0,1
1060	2,3	7,1	1,9	5,0
residual	1,0	0,9	0,7	0,0
1170	2,8	7,7	2,4	5,1
residual	1,0	1,0	0,7	0,2
1180	3,4	8,3	2,6	5,3
residual	1,0	1,0	0,7	0,2
Deformação máxima (comprimento livre do perfil 1163 mm + 175, sendo que conforme NBR 10821-2:2017 a deformação máxima está limitada a 30,00mm).				<b>6,6</b>
Deformação residual máxima (0,4% do comprimento livre do perfil)				<b>4,7</b>

Os deflectômetros para medida das deformações foram posicionados no montante direito da folha esquerda, com comprimento de 1163mm, conforme apresentado a seguir:

- ✓ D1 – na região inferior do montante;
- ✓ D2 – no centro do montante;
- ✓ D3 – na região superior do montante.

**Requisitos da NBR 10821-2:2017 – item 6.2.3.1:**

A esquadria, quando submetida à pressão prescrita para a região em que ela é utilizada, não pode:

- Apresentar ruptura, ou colapso total ou parcial de quaisquer de seus componentes, inclusive o vidro;
- Ter seu desempenho deteriorado quanto às condições de abertura e fechamento, acima dos valores máximos fixados em 6.2.4;
- Ter o seu desempenho, quanto à permeabilidade ao ar, no caso de esquadrias instaladas em edificações climatizadas, acima de um nível de desempenho. No caso de esquadrias instaladas em edificações não climatizadas, o ensaio de permeabilidade ao ar não é necessário após a aplicação das cargas uniformemente distribuídas;
- Apresentar deflexão máxima instantânea superior a  $L/175$  do perfil, sendo L o comprimento livre do componente em análise; em nenhum caso deve ser superior a 30 mm em qualquer um dos seus perfis; e
- Apresentar deformação residual superior a 0,4% do comprimento livre do perfil em análise, medida após pelo menos 3 min do desligamento da pressão de ensaio

**4.3.3. Pressão de Segurança.**

Pressão (Pa)	Aplicação	Ocorrências
1760	1ª positiva	Nenhuma ocorrência.
	2ª positiva	Nenhuma ocorrência.
	1ª negativa	Nenhuma ocorrência.
	2ª negativa	Nenhuma ocorrência.

**Requisitos da NBR 10821-2:2017 – item 6.2.3.2:**

Após a conclusão do ensaio, independente do dano causado à esquadria, não pode ocorrer desprendimento total de nenhuma de suas partes.

4.4. Comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento.

FOLHA VERIFICADA:	Folha esquerda	
	Força aplicada (N)	
Número de ciclos	Abertura	Fechamento
Início do ensaio	12,90	13,45
1.000 ciclos	13,15	13,75
2.000 ciclos	13,10	15,85
3.000 ciclos	14,35	14,95
4.000 ciclos	12,15	13,45
5.000 ciclos	12,70	13,60
6.000 ciclos	14,00	10,90
7.000 ciclos	13,10	11,95
8.000 ciclos	14,85	13,95
9.000 ciclos	15,10	15,90
10.000 ciclos	13,55	14,20
Limites - NBR 10821-2:2017	100 N	50 N
Ocorrências	Nenhuma	

4.5. Resistência ao esforço horizontal/vertical, com um canto imobilizado.

Deformação	Resultados (mm)				Limites - NBR 10821
	D1	D2	D3	$D2 - \left(\frac{D1 + D3}{2}\right)$	
Sob carregamento (400 N)	0,35	1,07	4,36	-1,28	Não há
Residual	0,11	0,18	0,69	-0,22	4,65 mm
Ocorrências	Nenhuma.				

Requisitos da NBR 10821-2:2017 – item 6.2.4:

A esquadria deve resistir sem que haja:

- Deformação residual superior a 0,4% do vão;
- Fissura ou ruptura dos vidros;
- Deterioração de qualquer componente ou elementos de fixação;
- Colapso da esquadria, ou seja, qualquer alteração vital no funcionamento do conjunto, dos componentes e/ou da estrutura da esquadria que coloque em risco o usuário ou terceiros.

A aplicação da carga e os deflectômetros para medida das deformações foram posicionados no **montante esquerdo da folha esquerda** (vista interna), com 1163mm de altura, estando está em posição intermediária de abertura, com o canto inferior imobilizado, conforme apresentado a seguir:

- D1 – na parte inferior do montante;
- D2 – no centro do montante;
- D3 – na parte superior do montante.

**4.6. Resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com dois cantos imobilizados.**

Ocorrências após carregamento (400 N)	Nenhuma.
Ocorrências após cinco ciclos completos de abertura e fechamento	Manobras de abertura e fechamento normais.
<b>Requisitos da NBR 10821-2:2017 – item 6.2.5:</b> A esquadria deve resistir sem que haja: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruptura e/ou queda de qualquer componente, elemento de fixação ou de suas partes;</li> <li>• Ruptura do vidro (o vidro pode apresentar fissuras, mas não pode ter nenhum fragmento desprendido).</li> </ul>	

A aplicação da carga foi realizada no **montante esquerdo da folha esquerda** (vista interna), estando em posição intermediária de abertura.

**4.7. Resistência à Flexão.**

APLICAÇÃO DA FORÇA DO LADO EXTERNO PARA INTERNO	
Ocorrências após carregamento (400 N)	Nenhuma.
Ocorrências após cinco ciclos completos de abertura e fechamento	Manobras de abertura e fechamento normais.
<b>Requisitos da NBR 10821-2:2017 – item 6.2.5:</b> A esquadria deve resistir sem que haja: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruptura e/ou queda de qualquer componente, elemento de fixação ou de suas partes;</li> <li>• Ruptura do vidro (o vidro pode apresentar fissuras, mas não pode ter nenhum fragmento desprendido).</li> </ul>	

A aplicação da carga foi realizada **montante esquerdo da folha esquerda** (vista interna), estando em posição intermediária de abertura.

APLICAÇÃO DA FORÇA DO LADO INTERNO PARA EXTERNO	
Ocorrências após carregamento (400 N)	Nenhuma.
Ocorrências após cinco ciclos completos de abertura e fechamento	Manobras de abertura e fechamento normais.
<b>Requisitos da NBR 10821-2:2017 – item 6.2.5:</b> A esquadria deve resistir sem que haja: <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura e/ou queda de qualquer componente, elemento de fixação ou de suas partes; Ruptura do vidro (o vidro pode apresentar fissuras, mas não pode ter nenhum fragmento desprendido).</li></ul>	

A aplicação da carga foi realizada no **montante esquerdo da folha esquerda** (vista externa), estando em posição intermediária de abertura.

## 5. OBSERVAÇÕES

5.1. De acordo com a NBR 10821-2:2017 – Esquadrias Externas para Edificações – Requisitos e Classificação, os requisitos de classificação das esquadrias instaladas na posição vertical, em edifícios de caráter residencial ou comercial, são no mínimo, os estabelecidos para as cinco classes, em relação ao número de pavimentos e à altura da edificação (de 2 a 30 pavimentos, ou altura máxima de 6 a 90 metros).

Para esquadrias instaladas nas situações descritas a seguir, deve ser consultada a NBR 6123 – Forças Devidas ao Vento em Edificações, para a determinação da pressão de projeto ( $P_p$ ) e pressão de ensaio ( $P_e$ ), prevalecendo como mínimo os valores indicados na Tabela 1 da NBR 10821-2:2017:

- ✓ Edifícios em que as esquadrias não sejam instaladas na posição vertical;
- ✓ Edifícios de forma não retangular; e
- ✓ Edifícios com especificações, localização, necessidades e exigências especiais de utilização.

As pressões de ensaio para a realização dos ensaios em esquadrias instaladas em posição vertical, em edifícios de até 90 metros de altura, são determinadas conforme a 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 4 da NBR 10821-2:2017.



- 5.2. Conforme item 6.2 da norma NBR 10821-2:2017, as esquadrias devem atender ao nível de desempenho definido na Tabela 2 da referida norma para os ensaios de permeabilidade ao ar, estanqueidade à água, resistências às cargas uniformemente distribuídas, operações de manuseio e segurança nas operações de manuseio.
- 5.3. É PARTE INTEGRANTE DESTES RELATÓRIO DE ENSAIO E O COMPLEMENTA, O DESENHO DO CAIXILHO FORNECIDO PELO INTERESSADO, COM CARIMBO E RUBRICA DESTES LABORATÓRIO.
- 5.4. Seguem anexas fotos do protótipo ensaiado (fotos nº. 01 a 10).
- 5.5. Pedido de ensaio – PE-4728 e 4728-01
- 5.6. Ensaios realizados no período de 21/05/2019 a 28/05/2019. A verificação do protótipo em relação ao projeto foi realizada em 03/06/2019, após o recebimento do projeto em 24/05/2019.

São Paulo, 07 de junho de 2019.

**ITEC**  
Instituto Tecnológico da Construção Civil



TECCO. LEANDRO MACIEL SOUZA  
Assistente Técnico

AFF/lms

**ITEC**  
Instituto Tecnológico da Construção Civil



ANTONIO FELISBINO FILHO  
Assistente Técnico

ANEXOS

- ✓ Fotos do protótipo ensaiado (fotos nº. 01 a 10);
  
- ✓ Projeto da esquadria com carimbo e rubrica.

"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."

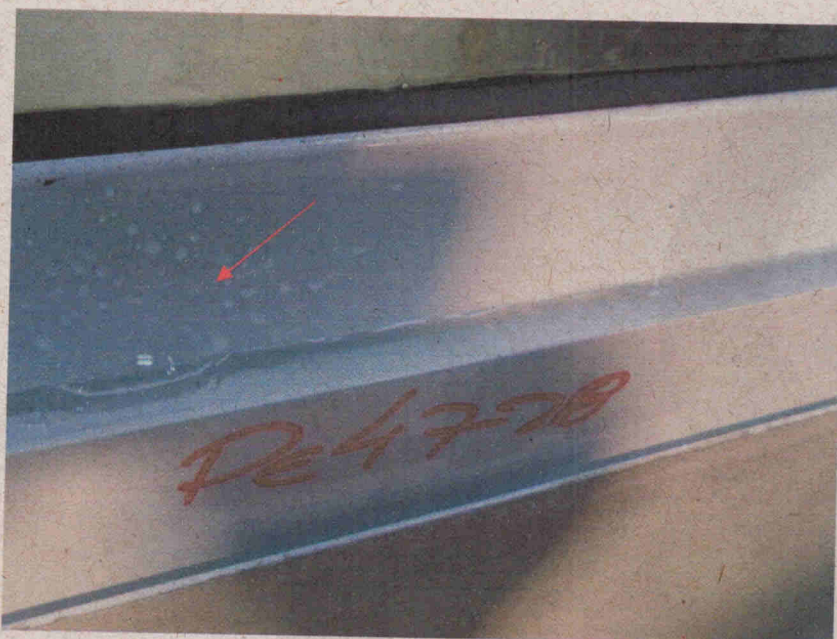


Foto nº. 01  
Vista interna do protótipo embalado.



Foto nº. 02  
Vista interna do protótipo ensaiado.

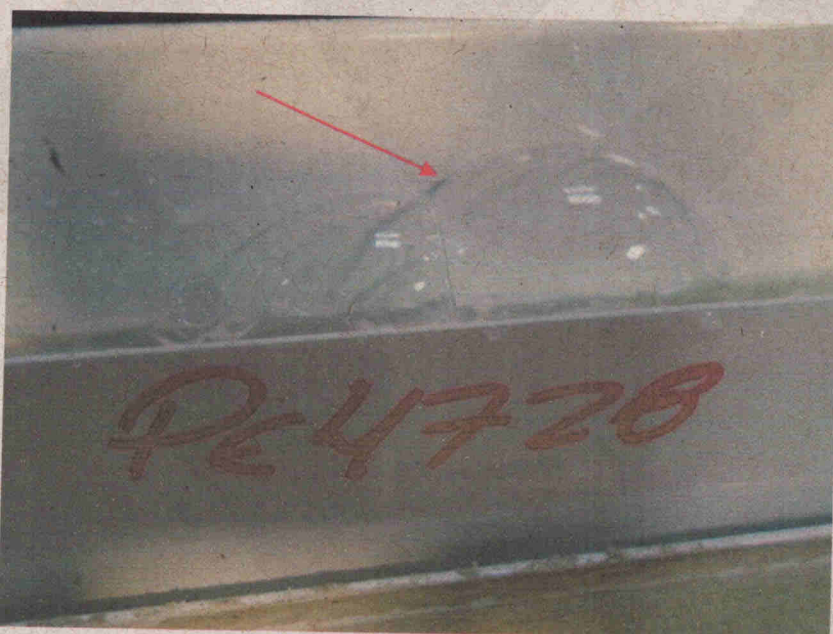
"Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser realizada na íntegra, sendo proibida a reprodução parcial."



**Foto nº. 03**

Verificação da estanqueidade à água:

**PI-01:** Borbulho entre a travessa inferior da folha direita e a travessa do marco, sem ocasionar respingos para a face interna (1').

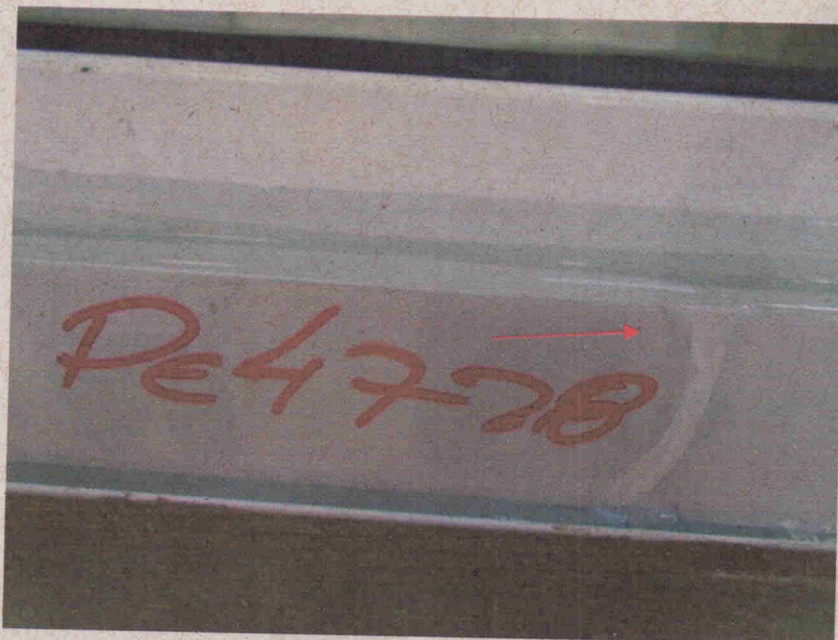


**Foto nº. 04**

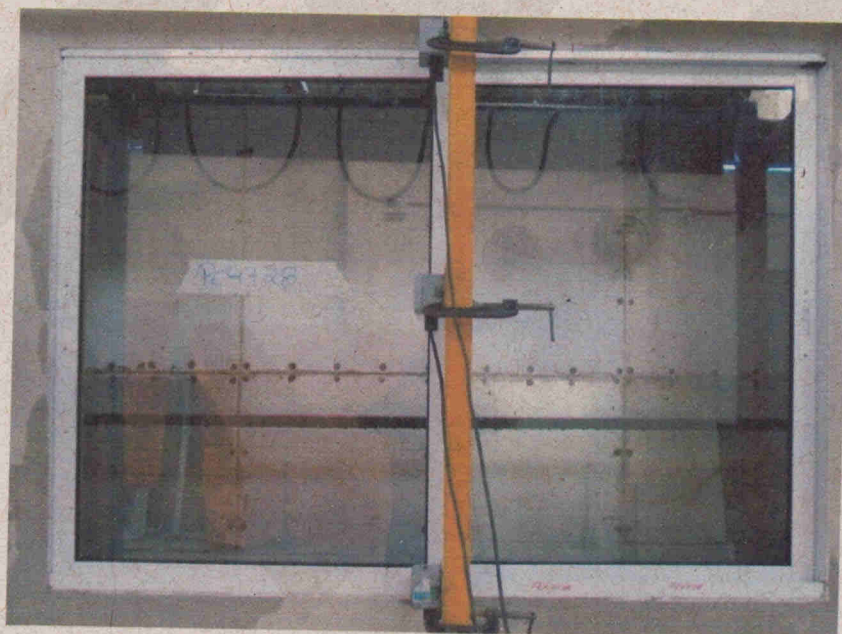
Verificação da estanqueidade à água:

**PE-02:** Borbulho entre a travessa inferior da folha direita e a travessa do marco, ocasionando respingos para face interna (1').

\*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. 05**  
Verificação da estanqueidade à água:  
PE-03: Transbordamento para a face interna.



**Foto nº. 06**  
Verificação do comportamento quando submetido a 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.\*



**Foto nº. 07**

Ensaio de resistência ao esforço horizontal, com um canto imobilizado.



**Foto nº. 08**

Ensaio de resistência ao esforço horizontal, com dois cantos imobilizados.

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

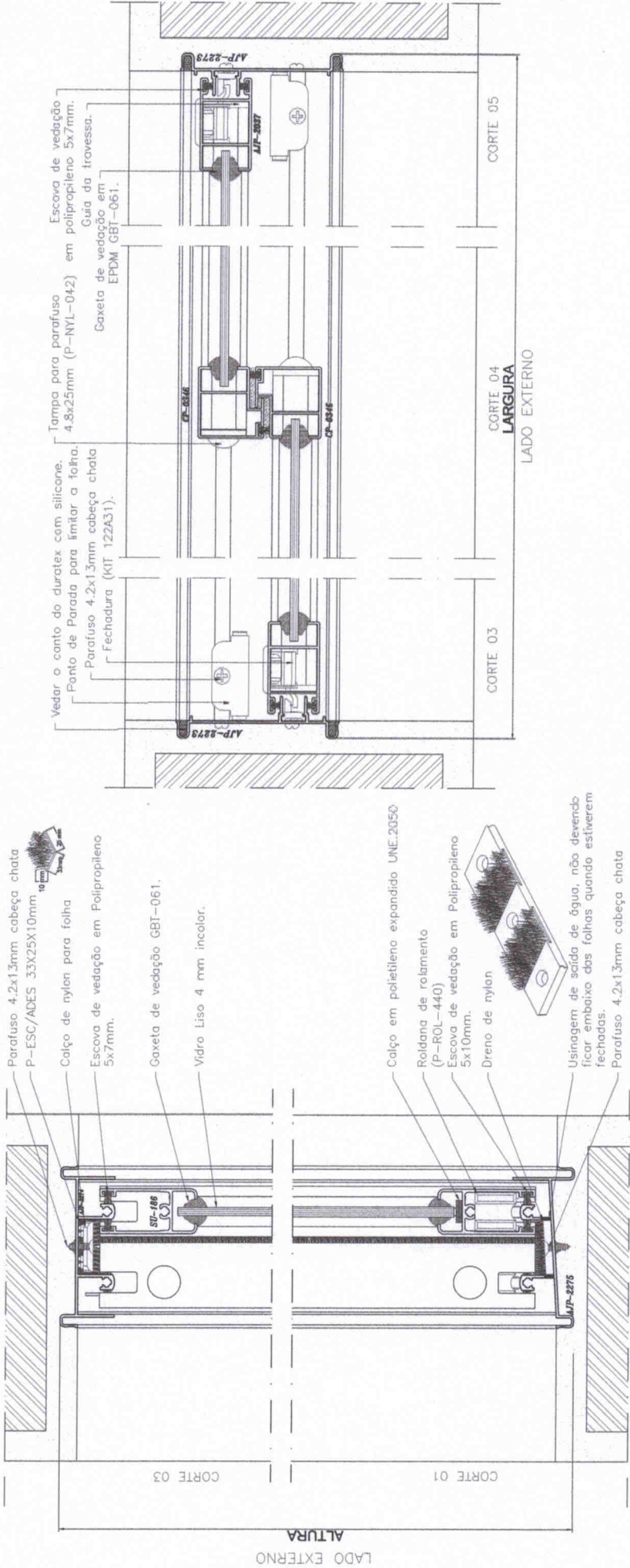


**Foto nº. 09.**  
Ensaio de resistência a flexão, do lado externo para o interno.



**Foto nº. 10**  
Ensaio de resistência a flexão, do lado interno para o externo.

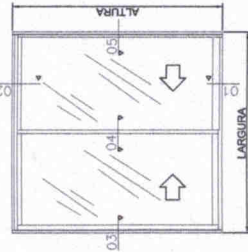
\*Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser realizada na íntegra, sendo proibida a reprodução parcial.\*



**ITEC**  
 Instituto Tecnológico da Construção Civil  
 Documento anexo ao relatório

RE 4519 / 19  
 Visto: [assinatura] Folha 1 / 1

ELEVÇÃO VISTA EXTERNA



TIPO	QUANTIDADE	L	H	LOCALIZAÇÃO
ES12	03 PEÇAS	1680	1200	TESTE

- NOTAS:
- Alumínio com pintura eletrolítica em pó na cor branca RAL9003B com camada mínima de 60 micra e máximo de 90 micra.
  - Todos os parafusos em aço inox austenítico.
  - Todas as extremidades de ligação deverão ser limpas com álcool isopropílico e vedados com silicone ou fita adesiva de neoprene quando se efetuar o fechamento do quadro.
  - Projeto elaborado atendendo a norma regulamentadora vigente ABNT NBR 10821.
  - Caixilhos embalados com duratek.

**R00**  
 31/05/2018  
 PE  
 FABIANO H. SILVA  
 FABIANO H. SILVA  
 FABIANO H. SILVA  
 JONATAS SOUZEIRA  
 ATLANÁNTICA  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
 Rua: Toledo, 1122  
 São Paulo, SP  
 CEP: 05422-000  
 (11) 4522-2800  
 (11) 4527-2800  
 atlantica@atlantica.com.br

**ESQUADRIA**  
 EXECUTIVO  
 01/11/2018  
 CAX 6114  
 R00  
 S/E  
 ATL-MAG-CR208

**ITEC**  
 Instituto Tecnológico da Construção Civil