

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 2032a/2017**1. Dados Gerais****1.1. Dados do Cliente****Razão Social:** Archicentro Importação, Exportação, Indústria e Comércio de Materiais de Construção**Endereço:** R. Beco José Paris, n 400, Bairro Sarandi, CEP 91140-310, Porto Alegre – RS.**A/C:** César Schmitt**Código da Proposta:** 1215**1.2. Dados da Amostra****Responsável pela Amostragem:** não aplicável**Data da Amostragem:** não aplicável**Data de Recebimento:** não aplicável**Período de Realização do Ensaio:** 24 / 11 / 2017 a 06 / 12 / 2017**Número(s) da(s) Amostra(s):** ES25 e RM - 70**2. Objetivo:**

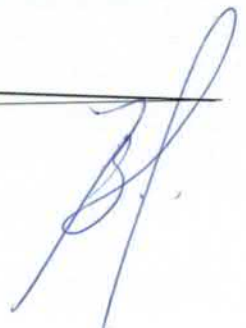
Analisar o desempenho de esquadria externa para edificação, quanto aos requisitos de permeabilidade ao ar, estanqueidade à água, ensaios mecânicos, e ações de operação e manuseio, conforme prescrições da norma ABNT NBR 10821:2017 – Esquadrias externas para edificações.

3. Responsáveis:**Responsável Técnico:** MSc. Eng. Civil Roberto Christ**Analista de Projeto:** MSc. Eng. Civil Hinoel Zambis Ehrenbring**Laboratorista:** Acadêmicos em eng. Civil Lucas Lerner, Jordan Kaspary e André Signori**4. Amostras para análise:**

A amostra consiste em um sistema de vedação vertical externo (SVVE), contendo uma esquadria de PVC. A seguir são descritos os materiais e componentes constituintes de todo o sistema.

4.1. Descrição da vedação vertical:

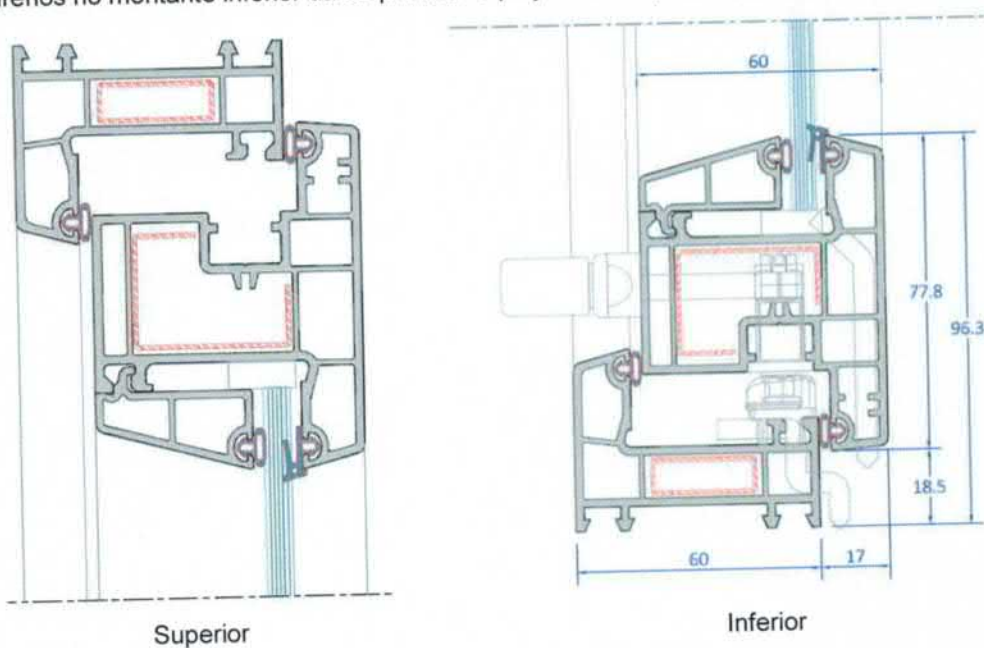
A esquadria amostrada pelo contratante foi instalada em um SVVE constituído de blocos cerâmicos sem função estrutural, os quais possuem resistência à compressão de 7 MPa e dimensões de 19x19x29 cm. Os blocos foram assentados com junta horizontal e vertical totalmente preenchidas de argamassa industrializada com espessura de 1 cm e foi realizado revestimento argamassado com argamassa estabilizada, espessura de 1 cm na face interna e 2 cm na face externa. A espessura final do sistema é de 22 cm. No sistema vertical foi instalada uma esquadria de PVC, sem pingadeira, com dimensões de 1600 x 1400 mm. A Figura 1 apresenta o sistema completo com a esquadria instalada.

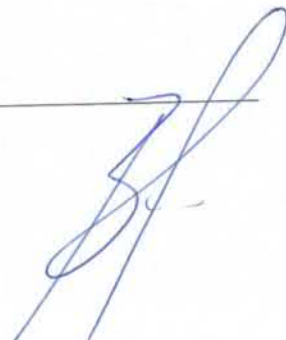


F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 2032a/2017

Figura 1 – Esquadria instalada no SVVE
4.2 Descrição da esquadria

A amostra analisada consiste em uma esquadria de PVC, identificada como JMX1, tendo as modulações de uma folha fixa e outra móvel. A folha móvel é classificada como projetante deslizante, denominada Maxim-ar. O marco utilizado na composição da esquadria é simples, conforme apresenta a Figura 2. A amostra é constituída de 1 módulo utilizado na composição da esquadria é simples, conforme apresenta a Figura 2. A amostra é constituída de 1 módulo com duas folhas (fixa + móvel), e dimensão total de 1600x1400 mm, com perfis em PVC na cor branca e vidro float com 6 mm de espessura. Para as vedações das frestas formadas entre as folhas da esquadria e os batentes, utilizou-se uma borracha específica na cor cinza. A vedação foi realizada apenas na folha móvel (Maxim-ar). Foram instalados 4 drenos no montante inferior da esquadria. O projeto da esquadria pode-se verificado no Anexo A.


Figura 2 – Descrição do perfil da esquadria



F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 2032a/2017

4.3 Instalação da esquadria

A instalação da esquadria ocorreu pelo seu fabricante, por meio de fixação mecânica entre o marco e o SVVE com o uso de parafusos e espuma expansiva. A interface entre o marco e o SVVE foi selada com silicone estrutural branco, conforme Figura 3.



Figura 3 – Instalação da esquadria

5. Instrumentação

Na Tabela 1 consta a descrição dos equipamentos utilizados no ensaio.

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 2032a/2017
Tabela 1 - Equipamentos utilizados para a realização dos ensaios

Descrição	Fabricante/ Modelo	Capacidade Técnica	Calibração
Câmara de estanqueidade	itt Performance	Padrão ABNT NBR 15575-4:2013 - Anexo C	-
Medidor de vazão tipo Rotâmetro	Blaster Controles	-	-
CLP medidor de pressão do ar e vazão da água	itt Performance	95.92-3 - 0 a 3500 Pa	-
Bomba d'água Periférica	Amanco	QB - 60 Motor: ½ cv; Vazão máxima: 35 L/min, Altura manométrica máxima: 35m.c.a. Sucção máxima: 7m.c.a. Tensão nominal: 110/220 volts, Sucção max: 9 m Rotações por minuto: 3450	-
Anilhas metálicas	-	10 kg	007361 a 007365/2017
		1, 2 e 5 Kg	Certificados: (007353 a 007355, 007446 e 007357 a 007360/2017)
Trena metálica	Vonder	8,0 m	05144/2017
Roldana	Biehl	-	
Cabos de aço	-	-	
Pórtico ciclo de abertura e fechamento	-	-	
Relógio comparador digital	Mitutoyo / ID-H	12,7 mm com exatidão de $\pm 0,001$	04901/2017 05083/2017
	Mitutoyo / ID-H (itt P – E0021P)	60,9 mm com exatidão de $\pm 0,0025$	05068/2017 05066/2017 04902/2017 05067/2017

6. Métodos
6.1 Estanqueidade à água e permeabilidade ao ar, carga uniformemente distribuída e permeabilidade ao ar após ensaio de carga uniformemente distribuída

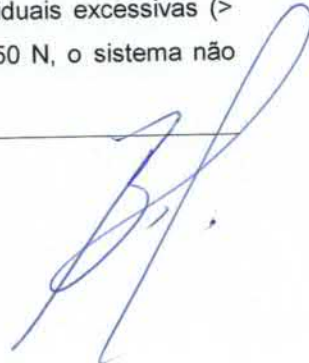
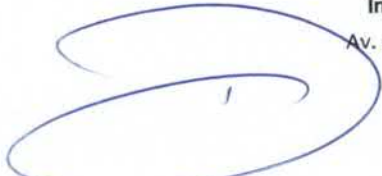
Os ensaios de permeabilidade ao ar e estanqueidade à água foram realizados no laboratório de estanqueidade nas dependências do itt Performance/Unisinos, seguindo as prescrições da norma ABNT NBR 10821-3:2017, itens 5 e 6, respectivamente, utilizando-se de câmara de pressão e aspersão de água, projetada de acordo com as orientações nos Anexos A e B da referida norma (Figura 4). A verificação às cargas uniformemente distribuídas seguiu as determinações da norma ABNT NBR 10821-3:2017, item 7, utilizando-se a mesma câmara utilizada no ensaio de estanqueidade à água. Os relógios comparadores, para medida das deformações, foram posicionados no montante direito da folha em vidro, com comprimento de 1.400 mm, considerando esta distância como o comprimento livre, como prescreve o anexo C, conforme: D1 – na região superior do montante; D2 – no centro do montante; D3 – na região inferior do montante. Com a delimitação de 30 pavimentos e altura limite máxima de 90 metros obtidos na verificação da estanqueidade à água, dispõe-se os valores de pressão de vento estipulados pela ABNT NBR 10821-2:2017, para a região V do país.

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 2032a/2017**Figura 4 – Câmara de ensaios****6.2 Verificação da resistência às operações de manuseio****6.2.1 Comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento**

O ensaio de ações repetidas de abertura e fechamento de esquadrias seguiu as prescrições da norma ABNT NBR 10821-3:2017, Anexo D. O método de ensaio consiste em submeter a esquadria instalada em condições normais à 10.000 ciclos de abertura e fechamento, com a regulagem para gerar uma frequência de aproximadamente 300 ciclos por hora. Antes da realização do ensaio, deve-se executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, para a verificação da sua mobilidade. Deve-se ainda medir a carga necessária para abertura e fechamento no início e a cada 1000 ciclos, sendo que para o fechamento a carga para esta movimentação não pode superar à 50 N e para a abertura, não maior que 100 N.

6.2.2 Resistência ao esforço torsor

A execução deste ensaio segue as recomendações do Anexo E da norma ABNT NBR 10821-3:2017. Esse ensaio consiste em submeter a esquadria ao esforço torsor, sendo imobilizados os cantos e as partes móveis do elemento. A folha da esquadria deve encontra-se fechada. O sentido de aplicação da força é realizado para promover a abertura do sistema. A aplicação de uma força deve ser feita a cada 50 N, totalizando 250 N, e ser perpendicularmente ao perfil da folha da esquadria. O ponto de aplicação é referido no centro geométrico do perfil. Em 3 pontos distintos, são coletadas as deformações da folha após 3 minutos do carregamento total e 3 minutos após o descarregamento. Após a execução do ensaio, verifica-se o funcionamento da esquadria por meio de 5 ciclos de abertura e fechamento. Caso seja constatada alguma anomalia no seu processo de movimentação, deformações residuais excessivas (> 0,40%), ou que as cargas de abertura e fechamento ultrapassem, respectivamente, 100 N e 50 N, o sistema não estará de acordo com os critérios da norma ABNT NBR 10821:2017.



F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 2032a/2017**6.3 Manutenção da segurança durante os ensaios de resistência às operações de manuseio****6.3.1 Arrancamento das articulações**

A execução deste ensaio segue as recomendações do Anexo H da norma ABNT NBR 10821-3:2017. Este método submete a esquadria a um esforço vertical aplicado no puxador, provocando o fechamento da folha. Os ensaios deverão ser realizados com a folha aberta. A aplicação da força deve ser feita a cada 50 N, totalizando 200 N. Após a execução do ensaio, avalia-se visualmente a esquadria. Caso seja constatada alguma anomalia no seu processo de movimentação ou deformações excessivas, o sistema não estará de acordo com os critérios da norma ABNT NBR 10821:2017.

6.3.2 Resistência à flexão

O ensaio de resistência à flexão seguiu as prescrições da norma ABNT NBR 10821-3:2011, Anexo J. O método de ensaio consiste em submeter a esquadria instalada em condições normais, com a folha na posição intermediária entre o percurso de abertura e fechamento, a um esforço de 400 N perpendicular ao plano da folha, no sentido do interior para o exterior e vice-versa. Após a execução do ensaio, avalia-se visualmente a esquadria. Caso seja constatada alguma anomalia no seu processo de movimentação ou deformações excessivas, o sistema não estará de acordo com os critérios da norma ABNT NBR 10821:2017.

7. Resultados**7.1 Permeabilidade ao ar****7.1.1 Permeabilidade ao ar- inicial**

A vazão de ar que passa pela esquadria, em metros cúbicos por hora, quando está submetida a uma pressão de 50 Pa, juntamente com as demais informações necessárias para a classificação, estão apresentadas na Tabela 2.



F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 2032a/2017
Tabela 2 - Permeabilidade ao ar e âbaco com níveis de desempenho

Dados	Valores
Área do vão (m ²)	1,0125
Comprimento de juntas abertas (m)	4,2
Velocidade de ar com vedação (m/s)	0,676
Velocidade de ar sem vedação (m/s)	0,77
Vazão de ar (m ³ /h)	5,9376
Vazão de ar x área do vão da esquadria (m ³ /h x m ²)	5,86
Vazão de ar x comprimento de juntas abertas (m ³ /h x m)	1,41

Gráfico de desempenho - Permeabilidade ao ar

Verificou-se que no que tange o desempenho à permeabilidade ao ar, que o nível de desempenho apresentado pela esquadria é **superior**.

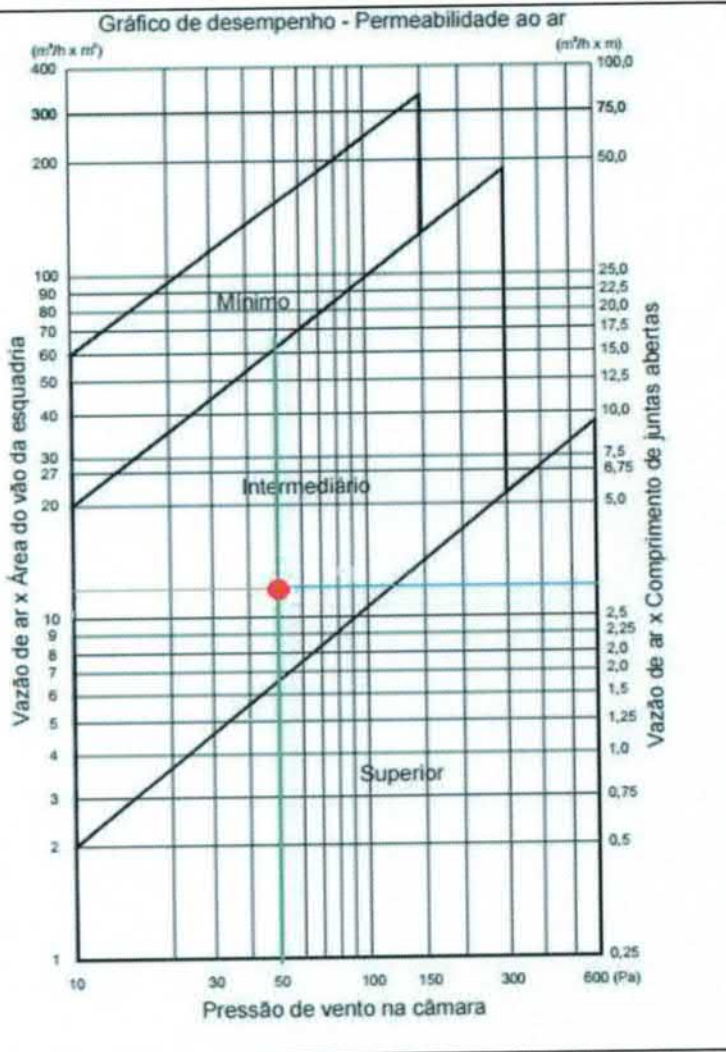
7.1.2 Permeabilidade ao ar – após carga uniformemente distribuída

O ensaio de permeabilidade ao ar foi realizado novamente após a aplicação de carga uniformemente distribuída. Estes resultados são apresentados através da Tabela 3.

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 2032a/2017
Tabela 3 - Permeabilidade ao ar e ábaco com níveis de desempenho após carga uniformemente distribuída

Dados	Valores
Área do vão (m ²)	1,0125
Comprimento de juntas abertas (m)	4,2
Velocidade de ar com vedação (m/s)	0,67
Velocidade de ar sem vedação (m/s)	0,88
Vazão de ar (m ³ /h)	12,93
Vazão de ar x área do vão da esquadria (m ³ /h x m ²)	12,77
Vazão de ar x comprimento de juntas abertas (m ³ /h x m)	3,07

Gráfico de desempenho - Permeabilidade ao ar



The graph plots wind pressure (Pa) on the x-axis (log scale from 10 to 600) against air flow metrics on the y-axis (log scale from 1 to 400). Three performance levels are defined by lines: 'Mínimo' (top), 'Intermediário' (middle), and 'Superior' (bottom). A red dot representing the test result is located at approximately 50 Pa and 3.07 m³/h x m, which falls within the 'Intermediário' zone.

Verificou-se que no que tange o desempenho à permeabilidade ao ar, após o ensaio de carga uniformemente distribuída, a esquadria apresenta o nível de desempenho **intermediário**.

7.2 Estanqueidade à água

A pressão aplicada no ensaio de estanqueidade à água foi progressiva e até o valor de 300 Pa. Os resultados verificados constam na Tabela 4 e na Figura 5.

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 2032a/2017
Tabela 4 – Resultados verificados no ensaio de estanqueidade à água

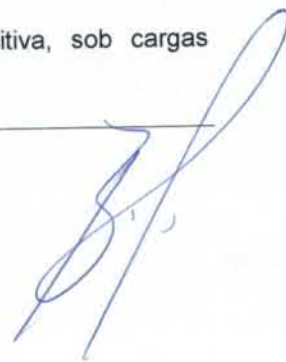
Pressão de ensaio (Pa)	Observações
0	Nenhuma ocorrência observada
20	Nenhuma ocorrência observada
40	Nenhuma ocorrência observada
60	Nenhuma ocorrência observada
80	Nenhuma ocorrência observada
100	Nenhuma ocorrência observada
130	Nenhuma ocorrência observada
160	Nenhuma ocorrência observada
190	Nenhuma ocorrência observada
220	Nenhuma ocorrência observada
250	Nenhuma ocorrência observada
280	Nenhuma ocorrência observada
300	Nenhuma ocorrência observada


Figura 5 – Aparência final após o ensaio

Verificou-se, no que tange o desempenho à estanqueidade à água, que o nível de desempenho apresentado pela esquadria é **superior** para a pressão de **300 Pa**, seguindo a classificação e desempenho das esquadrias instaladas na posição vertical, de até trinta pavimentos e altura máxima de 90 m para a região V do país.

7.3 Comportamento sob cargas uniformemente distribuídas (deformação)

A Tabela 5 representa os resultados de deformação obtidos no ensaio de pressão positiva, sob cargas uniformemente distribuídas.



F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 2032a/2017
Tabela 5 – Deformação obtida no ensaio de pressão positiva

Pressão (Pa)	Deformação (mm)			Deformação real (mm)
	D1	D2	D3	D1 – D2 ou D3 – D2 Mais desfavorável
546	0,71	0,55	0,14	-0,41
Residual	0	0	0,01	0,01
1092	1,49	1,18	0,32	-0,86
Residual	0,05	0,03	0	-0,03
1820	2,68	2,1	0,63	-1,47
Residual	0,14	0,1	0,06	-0,04
Deformação máxima, permitida pela ABNT NBR 10821-2, limitada em 30,00 mm (Comprimento livre do perfil 750/175= 4,28 mm)				1,47
Deformação residual máxima (0,4% do comprimento livre do perfil)				0,04

A Tabela 6 representa os resultados de deformação obtidos no ensaio de pressão negativa de sucção, sob cargas uniformemente distribuídas.

Tabela 6 – Deformação obtida no ensaio de pressão negativa

Pressão (Pa)	Deformação (mm)			Deformação real (mm)
	D1	D2	D3	$D2 - \frac{(D1+D3)}{2}$
546	-0,78	-0,7	-0,5	0,2
Residual	-0,01	-0,01	0	0,01
1092	-2,33	-2,04	-1,66	0,38
Residual	-0,08	-0,07	-0,02	0,05
1820	-4,23	-2,93	-2,31	-1,3
Residual	-0,1	-0,1	-0,02	0,08
Deformação máxima, permitida pela ABNT NBR 10821-2, limitada em 30,00 mm- (Comprimento livre do perfil /175 = 4,28 mm)				1,3
Deformação residual máxima (0,4% do comprimento livre do perfil)				0,08

7.3.1 Comportamento sob pressão de segurança

A Tabela 7 representa os resultados de possíveis falhas visuais obtidos para a pressão de ensaio (2730 Pa) positiva e negativa, sob cargas uniformemente distribuídas.

Tabela 7 – Ocorrência de falhas durante o ensaio

Pressão	Aplicação	Ocorrência
Positiva	1° positiva	Nenhuma ocorrência de falhas
	2° positiva	
Negativa	1° negativa	Nenhuma ocorrência de falhas
	2° negativa	

Constata-se que tanto para as pressões de ensaio, como para as pressões de segurança, não se observou quaisquer danos ou rupturas nas partes que contemplam a esquadria.

7.4 Comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento

O valor dos esforços necessários para a movimentação de abertura e fechamento, registrados a cada 1.000 ciclos, é expresso através da Tabela 8.

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 2032a/2017
Tabela 8 - Resultados verificados no ensaio

Ciclo	Ciclo de Fechamento (N)	Ciclo de Abertura (N)	Ciclo	Ciclo de Fechamento (N)	Ciclo de Abertura (N)
1.000	50	10	6.000	40	10
2.000	50	10	7.000	40	10
3.000	50	10	8.000	50	10
4.000	50	10	9.000	40	10
5.000	50	10	10.000	40	10

Verificou-se no que tange ao ensaio de ciclo de abertura e fechamento, que a esquadria não ultrapassa os valores de esforço aplicado, quando do fechamento, em 50 N e, quando da abertura, não maior que 100 N.

7.5 Resistência ao esforço torsor

Os valores das deformações máximas e residuais encontradas durante o ensaio estão expressos na Tabela 9.

Tabela 9 – Deformações sob esforço torsor

Carga [N]	D1 [mm]	D2 [mm]	D3 [mm]	D _{max} = D2 - (D1+D3)/2 [mm]	
0	0	0	0	0	Durante o ensaio o perfil solicitado apresentou deformação. Após a retirada da carga, o perfil solicitado retornou a sua posição original. As deformações observadas não foram capazes de prejudicar os cinco ciclos completos de abertura e fechamento.
250	35,6360	15,9320	18,9550	11,3625	
0	2,1840	1,0630	0,3525	0,2053	

A Figura 6 apresenta a deformação do perfil quanto solicitado com carregamento máximo. Verifica-se que a esquadria obtém comportamento satisfatório quando posta frente às solicitações de torsão. A deformação residual não superou o limite estipulado pela ABNT NBR 10821-2:2017, o qual deve ser igual ou menor que 0,40% do vão livre analisado (735 mm), para esse caso foi de 2,94 mm.


Figura 6 – Deformação máxima do perfil quando submetido ao esforço torsor

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 2032a/2017
7.6 Arrancamento das articulações

Após a execução do ensaio de arrancamento das articulações não foram constatadas anomalias no elemento, mantendo o funcionamento normal da esquadria. A instrumentação do ensaio é apresentada na Figura 7.



Figura 7 – Realização do ensaio de arrancamento das articulações

7.7 Resistência à flexão

O registro de eventuais falhas na esquadria e no comportamento de abertura e fechamento, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Resistência à flexão

Carga [N]	Aplicação de carga de fora para dentro
0	A esquadria não apresentou falhas durante o carregamento e após a retirada das cargas. O funcionamento manteve-se normal.
400	
0	
Carga [N]	Aplicação de carga de dentro para fora
0	A esquadria não apresentou falhas durante o carregamento e após a retirada das cargas. O funcionamento manteve-se normal.
400	
0	

A Figura 8 apresenta a instrumentação do ensaio da esquadria quando submetida à flexão no sentido de fora para dentro. Já a Figura 9 no sentido de dentro para fora.

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 2032a/2017



Figura 8 – Carregamento máximo (400 N) no sentido de fora para dentro



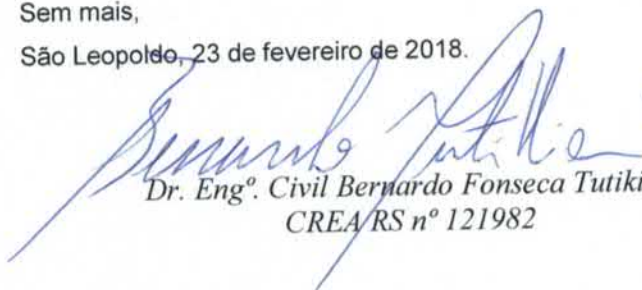
Figura 9 – Carregamento máximo (400 N) no sentido de dentro para fora


8. Observações

- CONTENDO 14 PÁGINAS, O PRESENTE RELATÓRIO TÉCNICO FOI ELABORADO PELA EQUIPE TÉCNICA DO itt Performance/UNISINOS E OS RESULTADOS AQUI APRESENTADOS NÃO PODEM SER UTILIZADOS INDISCRIMINADAMENTE, SENDO VÁLIDOS SOMENTE NO ÂMBITO DESTE DOCUMENTO, SENDO VEDADA SUA REPRODUÇÃO PARCIAL. A GENERALIZAÇÃO DOS RESULTADOS PARA QUALQUER LOTE/UNIVERSO SERÁ DE RESPONSABILIDADE DO CLIENTE.
- IMPORTANTE DESTACAR QUE OS RESULTADOS APRESENTADOS NESTE RELATÓRIO SÃO VÁLIDOS SOMENTE AOS ITENS ENSAIADOS.
- ESTE RELATÓRIO SUBSTITUO O RT 2032/2017

Sem mais,

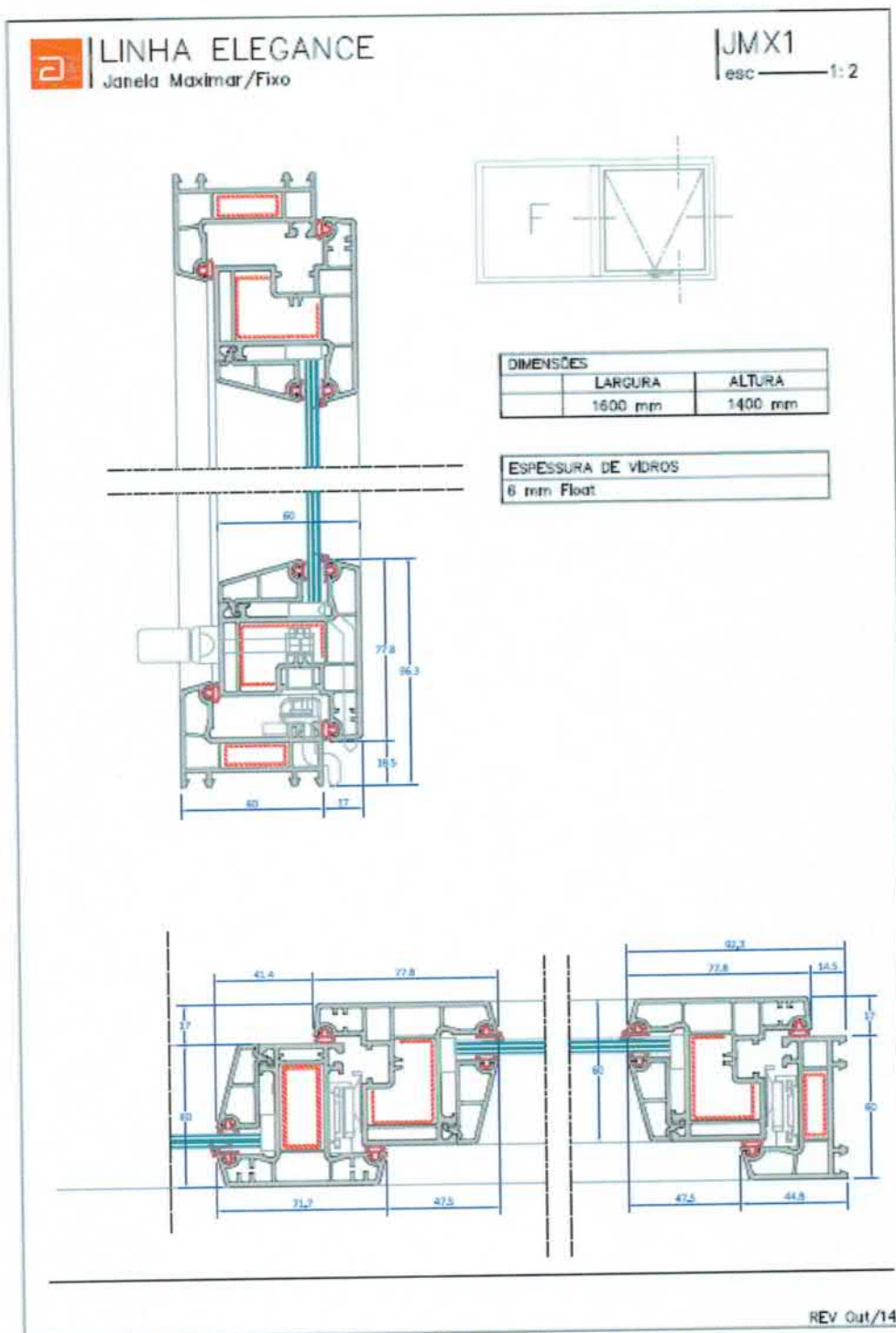
São Leopoldo, 23 de fevereiro de 2018.


Dr. Eng.º Civil Bernardo Fonseca Tutikian
CREA/RS n° 121982


MSc. Eng.º Civil Roberto Christ
CREA RS n° 182890

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 2032a/2017

Anexo A



Final do Relatório – Recomendam-se cuidados para publicação destes resultados e, quando necessário esta publicação, o relatório deve ser reproduzido na íntegra. Reprodução em partes requer aprovação escrita do laboratório.

Dados da ART Agência/Código do Cedente
Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO **Participação Técnica:** INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO **Motivo:** NORMAL

Contratado
Carteira: RS182890 **Profissional:** ROBERTO CHRIST **E-mail:** betochrist@gmail.com
RNP: 2210893100 **Título:** Engenheiro Civil **Nr.Reg.:**
Empresa: NENHUMA EMPRESA

Contratante
Nome: UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS **E-mail:** ittperformance@unisinos.br
Endereço: AVENIDA UNISINOS 950 **Telefone:** 5184255753 **CPF/CNPJ:** 92.959.006/0008-85
Cidade: SAO LEOPOLDO **Bairro.:** CRISTO REI **CEP:** 93022000 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço
Proprietário: ARCHICENTRO IMPORTAÇÃO, EXPORTAÇÃO, INDÚSTRIA E CO **CPF/CNPJ:** 08.287.314/0001-29
Endereço da Obra/Serviço: RUA BECO JOSÉ PARIS 400 **CEP:** **UF:** RS
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** SARANDI
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES **Vlr Contrato(RS):** 71.199,84 **Honorários(RS):**
Data Início: 30/05/2017 **Prev.Fim:** 04/10/2017 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Ensaio	CONSULTORIA	1,00	Un

ART registrada (paga) no CREA-RS em 26/06/2017

<u>S.L. 30/03/2017</u> Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima <u>Roberto Christ</u> ROBERTO CHRIST Profissional	De acordo <u>[Assinatura]</u> UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS Contratante
--	---	--

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA