

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 1970b/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: 1215-001

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: 28 / 09 / 2017 a 26 / 10 / 2017

Número(s) da(s) Amostra(s): ES33 e RM - 58

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 Zamis Ehrenbring

Laboratorista: Acadêmicos de eng. Civil Lucas Lerner e Jordan Kaspariy

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° 1970b/2017

Figura 1 – Esquadria instalada no pórtico
4.2 Descrição da esquadria

A amostra analisada consiste em uma esquadria de PVC, identificada como JCR2 da linha Comfort. O marco utilizado na composição da esquadria foi com vedação tripla, conforme Figura 2. A amostra era constituída de 1 módulo com duas folhas de correr, e dimensão total de 1600x1400 mm, com perfis em PVC na cor branca e vidro float incolor com 6 mm de espessura. Cada módulo era composto por duas folhas de correr, as quais foram equipadas por 4 roldanas (2 em cada folha) da marca Celsus modelo ROLDANA PVC 03 SLIM (vide Figura 3). Para as vedações das frestas formadas entre as folhas da esquadria e os trilhos nos montantes, utilizou-se a escova denominada NYL 335 de 6x6 mm na cor cinza. Foram instalados 4 drenos no montante inferior da esquadria. Sobre a canela dos drenos, instalou-se um perfil em PVC a fim de promover a proteção do sistema contra respingos providos dos drenos. O projeto da esquadria pode-se verificado no Anexo A.

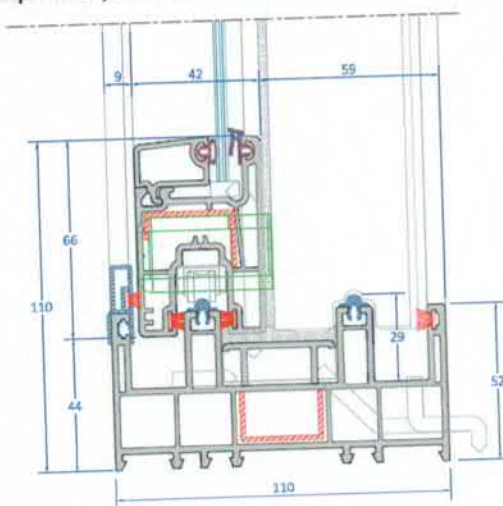
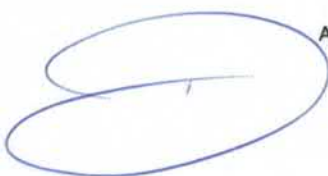

Figura 2 – Descrição do montante triplo

Figura 3 – Sistema de roldanas utilizados nas folhas da esquadria



F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 1970b/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. A interface entre o marco e o SVVE foi selada com silicone estrutural branco, conforme Figura 4.


Figura 4 – Instalação da esquadria
5. Instrumentação

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

Tabela 1 - Equipamentos utilizados para a realização dos ensaios

Descrição	Fabricante/ Modelo	Capacidade Técnica	Calibração
Câmara de estanqueidade	itt Performance	Padrão ABNT NBR 10821-3:2017	-
Medidor de vazão tipo Rotâmetro	Blaster Controles	-	-
CLP medidor- pressão do ar	itt Performance	95.92-3 - -3000 a 3000 Pa	08/08/2017
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 3450rpm	--
Anilhas metálicas	-	5 kg	Certificados: (007353 a 007355, 007446 e 007357 a 007360/2017)
		10 kg	
Trena metálica	Vonder	8 m	Certificado: 05144/2017
Roldana	Biehl	-	-
Cordas	-	-	NR 35
Cabos de aço	-	-	-
Pórtico ciclo de abertura e fechamento	-	-	-



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 aspensão de água, projetada de acordo com as orientações nos Anexos A e B da referida norma. 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 10 pavimentos e altura limite máxima de 30 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.

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 horizontal com um canto imobilizado

A execução deste ensaio segue as recomendações do Anexo G da norma ABNT NBR 10821-3:2017, o qual determina a aplicação de uma força de 400 N paralela a folha interna da esquadria. A folha deve estar posicionada na metade do seu percurso de fechamento/abertura. Tal carga é aplicada no eixo do perfil da folha. De acordo com os critérios da norma, imobiliza-se um dos cantos da folha, restringindo sua movimentação. Posteriormente, é mensurada, através de relógios comparadores, a deformação da folha da esquadria.

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 excessivas, ou que as cargas de abertura e fechamento ultrapassaram, 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 N° 1970b/2017**6.3 Manutenção da segurança durante os ensaios de resistência às operações de manuseio****6.3.1 Resistência ao esforço horizontal com dois cantos imobilizados**

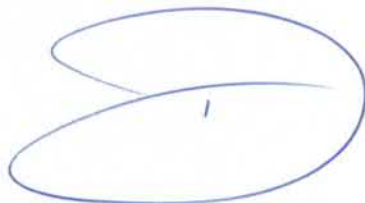
A execução deste ensaio segue as recomendações do Anexo I da norma ABNT NBR 10821-3:2017, a qual determina a aplicação de uma força de 400 N paralela a folha interna da esquadria. A folha deve estar posicionada na metade do seu percurso de fechamento/abertura. Tal carga é aplicada no eixo do perfil da folha. Diante dos critérios da normativa, imobilizam-se os dois cantos da folha, restringindo completamente sua movimentação. 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 excessivas, ou que as cargas de abertura e fechamento ultrapassaram, respectivamente, 100 N e 50 N, o sistema não estará de acordo com os critérios da norma ABNT NBR 10821:2017.

6.3.2 Resistência à flexão

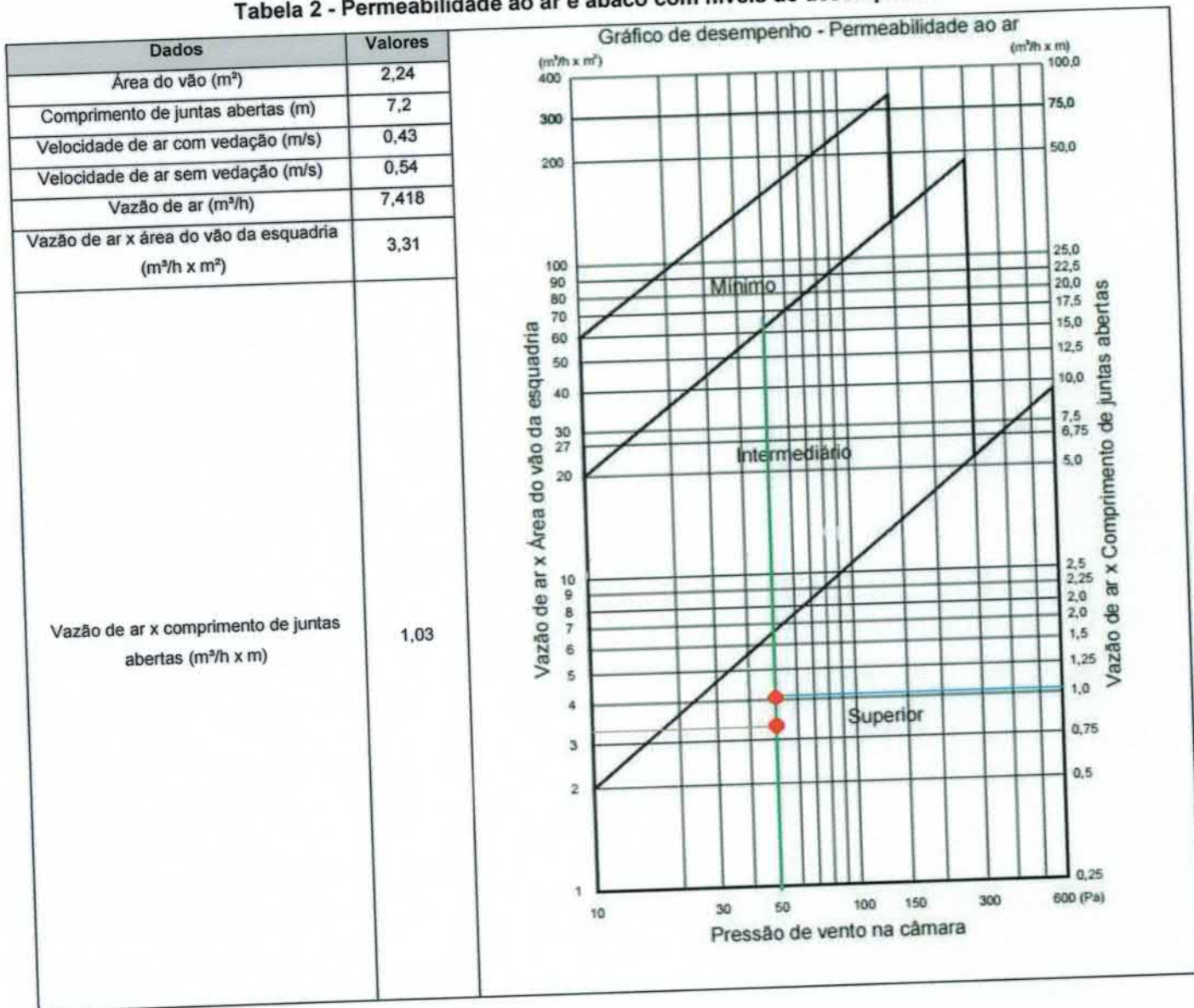
O ensaio de resistência à flexão seguiu as prescrições da norma ABNT NBR 10821-3:2017, Anexo J. O método de ensaio consiste em submeter a esquadria instalada em condições normais, com a folha na posição intermediária entre o percurso de abertura e fechamento, a um esforço de 400 N perpendicular ao plano da folha, no sentido do interior para o exterior e vice-versa. Para o ensaio de fora para dentro, utiliza-se a folha mais interna. Já na folha mais externa, aplicam-se os esforços no sentido de dentro para fora.

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.



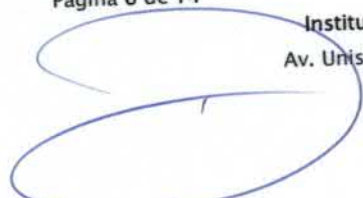
F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
 Relatório N° 1970b/2017

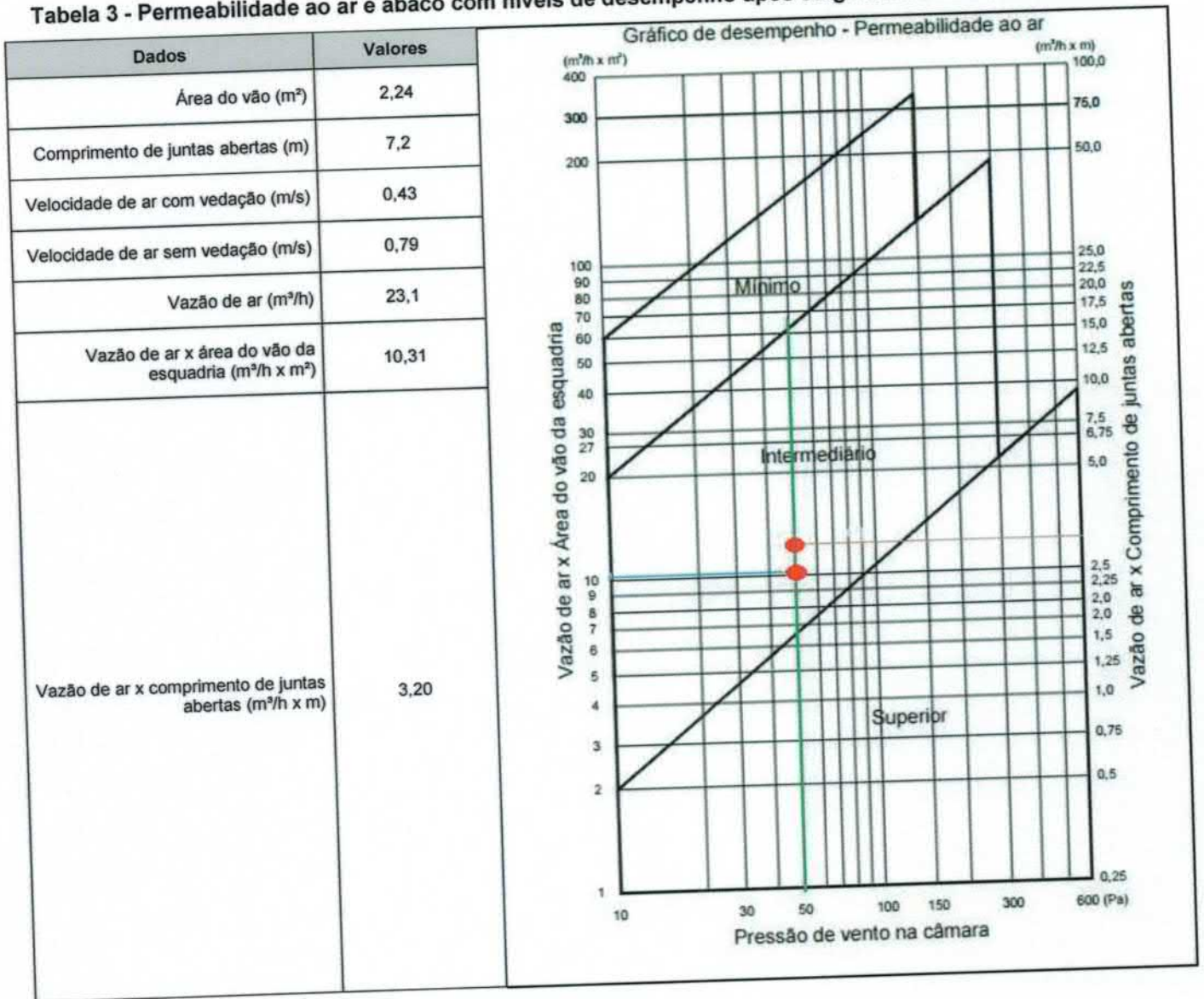
Tabela 2 - Permeabilidade ao ar e ábaco com níveis de desempenho


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 N° 1970b/2017
Tabela 3 - Permeabilidade ao ar e ábaco com níveis de desempenho após carga uniformemente distribuída


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.

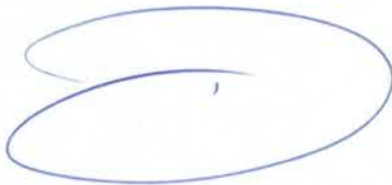
7.2 Estanqueidade à água

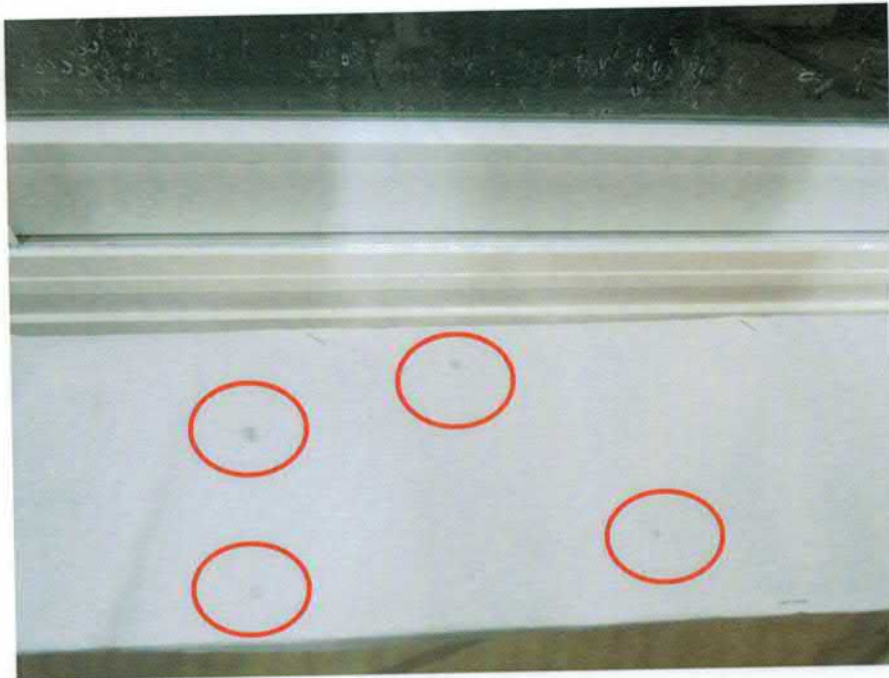
A pressão aplicada no ensaio de estanqueidade à água foi progressiva e até o valor de 300 Pa. Os resultados verificados constam na Tabela 4 e nas Figuras 5, 6 e 7.

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 1970b/2017
Tabela 4 – Resultados verificados no ensaio de estanqueidade à água

Pressão de ensaio (Pa)	Observações
0	Nenhuma observação
20	Nenhuma observação
40	Presença de água no perfil inferior
60	Nenhuma observação
80	Nenhuma observação
100	Presença de água no canto inferior direito (Figura 3)
130	Presença de água no centro do perfil inferior
160	Presença de água no perfil inferior esquerdo (Figura 4)
190	Aumento do acúmulo de água no perfil inferior
220	Aumento do acúmulo de água no perfil inferior
250	Aumento do acúmulo de água no perfil inferior
280	Aumento do acúmulo de água no perfil inferior
300	Ocorrência de PE – Fim do ensaio (vide Figura 5)


Figura 5 – Ingresso de água no perfil inferior, pressão de 0 PA

Figura 6 – Presença de bolhas no perfil inferior, pressão de 280 Pa.



F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 1970b/2017

Figura 7 – Ocorrência de Permeabilidade Excessiva, 300 Pa

Verificou-se, no que tange o desempenho à estanqueidade à água, que o nível de desempenho apresentado pela esquadria é intermediário para a pressão de **280 Pa**, seguindo a classificação e desempenho das esquadrias instaladas na posição vertical, de até 20 pavimentos e altura máxima de 60 m para a região V do país.

7.3 Comportamento mecânico
7.3.1 Comportamento sob cargas uniformemente distribuídas (deformação)

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

Tabela 5 – Deformação obtida no ensaio de pressão positiva

Pressão (Pa)	Deformação (mm)			Deformação real (mm)
	D1	D2	D3	$D2 - \frac{(D1+D3)}{2}$
498	1,28	2,83	0,98	1,7
Residual	0	0	0	0
996	1,99	5,52	1,93	3,56
Residual	0,03	0,03	0,03	0
1660	3,03	9,15	3,32	5,975
Residual	0,12	0,19	0,13	0,065
Deformação máxima, permitida pela ABNT NBR 10821-2, limitada em 30,00 mm (Comprimento livre do perfil 1400/175= 8 mm)				5,975
Deformação residual máxima (0,4% do comprimento livre do perfil)				0,065

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 1970b/2017

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	$D2 - \frac{(D1+D3)}{2}$
- 498	-0,87	-2,51	-0,92	-1,615
Residual	0,1	0,07	0,04	0
- 996	-1,49	-5,01	-1,97	-3,28
Residual	0,01	0,01	0	0,005
- 1660	-2,4	-8,45	-3,33	-5,585
Residual	-0,11	-0,13	-0,1	-0,025
Deformação máxima, permitida pela ABNT NBR 10821-2, limitada em 30,00 mm- (Comprimento livre do perfil 1400/175 = 8 mm)				5,585
Deformação residual máxima (0,4% do comprimento livre do perfil)				0,025

7.3.2 Comportamento sob pressão de segurança

A Tabela 7 representa os resultados de possíveis falhas visuais obtidos para a pressão de ensaio (2500 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.

7.3.3 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.

Tabela 8 - Resultados verificados no ensaio

Ciclo	Ciclo de Fechamento (N)	Ciclo de Abertura (N)
1.000	30	40
2.000	30	40
3.000	30	40
4.000	30	40
5.000	30	40

Ciclo	Ciclo de Fechamento (N)	Ciclo de Abertura (N)
6.000	30	40
7.000	30	40
8.000	30	40
9.000	30	40
10.000	30	40

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 1970b/2017

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 de 100 N. Ou seja, está em de acordo com os critérios de norma de abertura e fechamento.

7.3.4 Resistência horizontal com um canto imobilizado

Os valores das deformações máximas e residuais entontadas durante o ensaio estão expressas na Tabela 9.

Tabela 9 – Carga horizontal com um canto imobilizado

Carga [N]	D1 [mm]	D2 [mm]	D3 [mm]	Dmax = $D2 - (D1 + D3) / 2$ [mm]	Com 400 N, o perfil solicitado apresentou baixa deformação, fazendo com que sistema se manteve íntegro. O esforço horizontal aplicado não prejudicou o funcionamento da esquadria no ciclo de abertura e fechamento. Não foram constatadas falhas na esquadria.
0	0	0	0	0	
400	19,7555	19,3820	1,7330	8,6378	
0 (residual)	0,1400	1,5725	0,1795	1,4128	

Conforme norma ABNT NBR 10821-2:2017, para esse caso, a deformação residual limite é de até 5,1760 mm, ou seja, 0,40% em função do comprimento livre do perfil analisado (1294 mm). Assim, verificou-se que as deformações permanentes do sistema estão de acordo com a norma. O funcionamento da esquadria não foi afetado quando essa foi submetida ao ciclo de abertura e fechamento. A Figura 8 ilustra o processo de ensaio.


Figura 8 – Instrumentação de ensaio de resistência horizontal com um canto imobilizado
7.3.5 Resistência horizontal com dois cantos imobilizados

Após a execução do ensaio de resistência horizontal com dois cantos imobilizados foi constatada baixa deformação no perfil solicitado sem proporcionar danos ao elemento. Após o descarregamento, o perfil mantivera-se normal e não

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 1970b/2017

houve ações que prejudicassem o funcionamento de abertura e fechamento, respeitando os limites de carga estipulados pela ABNT NBR 10821-3:2017. A Figura 9 ilustra o processo de ensaio.



Figura 9 – Instrumentação de ensaio de resistência horizontal com dois cantos imobilizados

7.3.6 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]	Folha interna (aplicação de carga de fora para dentro)
0	Constatou-se deformação do perfil com o carregamento de 400 N, todavia não houve comprometimento na abertura e fechamento da esquadria.
400	
0	
Carga [N]	Folha externa (aplicação de carga de dentro para fora)
0	Constatou-se deformação do perfil com o carregamento de 400 N, todavia não houve comprometimento na abertura e fechamento da esquadria.
400	
0	

Não foram constatadas falhas pontuais na esquadria. Em nenhuma das folhas ensaiadas as cargas de abertura e fechamento, respectivamente, 100 N e 50 N, foram superadas, evidenciando o funcionamento normal do sistema. A Figura 10 apresenta o comportamento da folha interna da esquadria com carregamento de 400 N. Já a Figura 11 apresenta o comportamento da folha externa da esquadria com carregamento de 400 N.

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 1970b/2017

Figura 10 – Comportamento da folha interna da esquadria (400 N)



Figura 11 – Comportamento da folha externa da esquadria (400 N)

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 SUBSTITUI O RT 1970a/2017.

Sem mais,

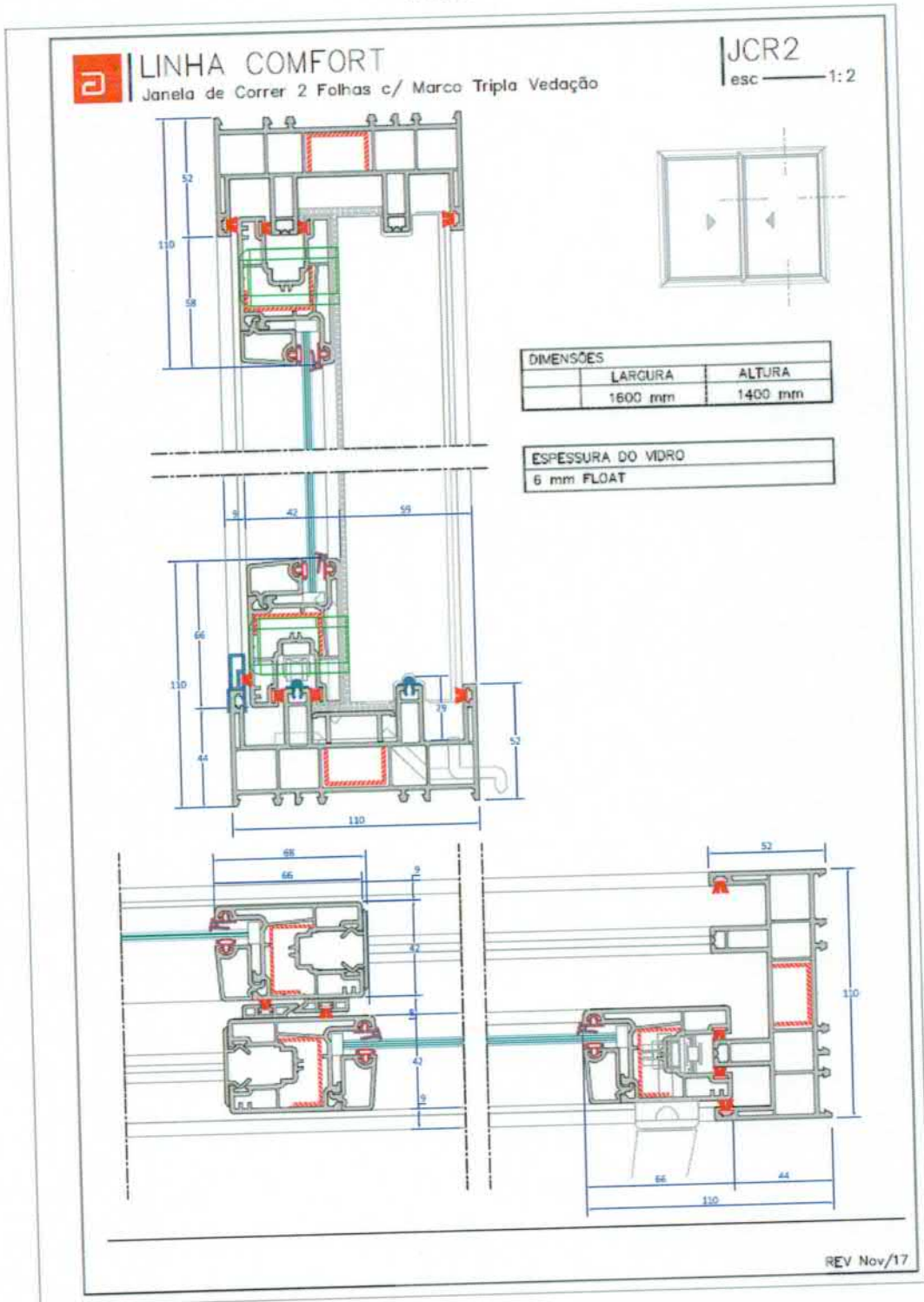
São Leopoldo, 23 de junho de 2018.

Dr. Eng.º Civil Bernardo Fonseca Tutikian
CREA RS nº 121982

MSc. Eng.º Civil Roberto Christ
CREA RS nº 182890

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório N° 1970b/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.

Revisão: 02 (em 19/05/2017)

Página 14 de 14

Instituto Tecnológico em Desempenho e Construção Civil - itt Performance
Av. Unisinos, 950 CEP 93.022-750 - São Leopoldo (RS) - Entrada pelo Acesso 4

Fone: 51 3590-8887 - e-mail: ittperformance@unisinos.br

<http://www.unisinos.br/itt/ittperformance/>

Dados da ART	Agência/Código do Cedente	065-48/015117596	Nosso Número: 09139829.75
Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO	Participação Técnica:	INDIVIDUAL/PRINCIPAL	
Convênio: NÃO É CONVÊNIO	Motivo:	NORMAL	

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

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

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

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. 30/05/2017</u>	Declaro serem verdadeiras as informações acima <u>Roberto Christ</u>	De acordo <u>[Assinatura]</u>
Local e Data	ROBERTO CHRIST Profissional	UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS Contratante

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