

F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO  
Relatório Nº 5635/2023



### 1. Dados do Cliente

**Razão Social:** Alumiconte Componentes de Alumínio EIRELI

**Endereço:** Rua Conde de Porto Alegre, 1000, Bairro Centro, Vila Flores/RS – CEP 95334-000

**A/C:** Lucas Júnior Mezadri

**Código da Proposta/Pedido:** 9424/6266

### 2. Objetivo

Determinar o desempenho da esquadria externa utilizada em edificação descrita no item 4 quanto aos requisitos de permeabilidade ao ar, estanqueidade à água e comportamento mecânico frente às cargas uniformemente distribuídas, conforme ABNT NBR 10821-3:2017.

### 3. Responsáveis

**Relatório de Ensaio autorizado por:** Dr. Eng. Civil Roberto Christ

**Responsável pelo Ensaio:** Dr. Eng. Civil Hinoel Zamis Ehrenbring

**Analista de Projetos:** Bianca Gass Walter

**Laboratorista:** Amanda Mariano

### 4. Amostras para análise

**A amostragem é responsabilidade do Cliente.**

**Data de Recebimento:** 25/08/2023

**Número da Amostra:** 12192

**Período de Realização do Ensaio:** 28/08/2023

**Local da realização das atividades do Ensaio:** nas dependências permanentes do itt Performance (Unisinos).

O corpo de prova consiste em uma janela maxim-ar, descrita na Tabela 1, conforme informações fornecidas pelo contratante, sendo ele também responsável pela sua instalação. A instalação foi feita em um sistema de vedação vertical, também descrito na Tabela 1. No Anexo A é apresentado o projeto da esquadria. A Figura 1 apresenta a vista interna da esquadria e a Figura 2 expõe a vista externa da esquadria instalada. De acordo com solicitação do cliente, a esquadria é instalada em edificações com 30 pavimentos e localizadas na Região V, conforme ABNT NBR 6123:1988.

**F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Relatório Nº 5635/2023**

**Tabela 1 – Composição construtiva da amostra**

Sistema		Descrição
Amostra	Nomenclatura	Janela maxim-ar
	Dimensões	A Altura do marco da esquadria: 800 mm; Largura do marco da esquadria: 800 mm; Altura da folha da esquadria: 760 mm; Largura da folha da esquadria: 778 mm.
	Perfil/vedações	Marco simples e perfis de alumínio Liga 6063 T6. Os componentes utilizados para vedação entre folha/trilho/marco são: O componente utilizado para vedação entre folha/trilho/marco é fita de EPDM, conforme descrição inicial fornecida pelo contratante.
	Drenos	A amostra não possui drenos, conforme descrição inicial fornecida pelo contratante.
	Rasgos de drenagem	A amostra possui 1 rasgo de drenagem (Largura x Altura: 30 x 5 mm), conforme descrição inicial fornecida pelo contratante.
	Vidro	Laminado 3+3 mm
	Fixação	A fixação mecânica entre contramarco e o SVVE foi realizada com uso de chumbador do tipo cadeirinha. A fixação entre marco e contramarco foi realizada por meio de parafusos. As interfaces entre o contramarco e o SVVE, e entre o marco e contramarco foram seladas com argamassa e silicone preto, respectivamente.
Vedação vertical		Blocos cerâmicos estruturais de dimensões 14 x 19 x 29 cm com revestimento interno e externo em argamassa industrializada convencional e espessura total de 5 cm.



**Figura 1 – Vista interna da esquadria instalada**



**Figura 2 – Vista externa da esquadria instalada**

**5. Métodos**

Os ensaios de permeabilidade ao ar e estanqueidade à água seguem as prescrições dos itens 5 e 6 da ABNT NBR 10821-3:2017. Foi utilizada uma câmara de pressão e aspersão de água, projetada para que atenda o Método A da referida norma (ver Figuras 3 e 4). O ensaio de verificação das cargas uniformemente distribuídas segue as prescrições do item 7 da ABNT NBR 10821-3:2017, utilizando a mesma câmara do ensaio de estanqueidade à água. Os medidores de deslocamento são posicionados na face interna da esquadria (ver Figura 5), no montante

**F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Relatório Nº 5635/2023**

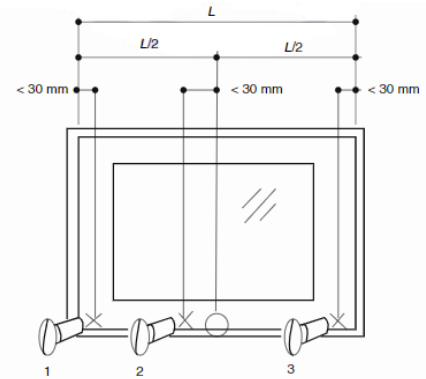
horizontal da folha em vidro, como prescreve o Anexo C da ABNT NBR 10821-3:2017. A deformação real ( $D_{max}$ ) do perfil da esquadria é o maior valor calculado entre as duas condições apresentadas na Equação 1.



**Figura 3 – Parte externa da câmara de ensaios**



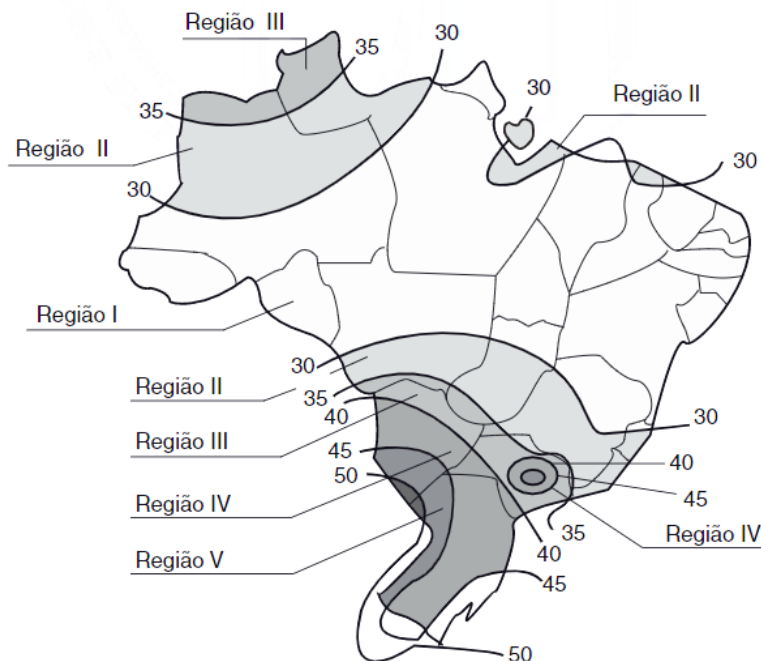
**Figura 4 – Parte interna da câmara de ensaios**



**Figura 5 – Posicionamento dos relógios comparadores**

$$D_{max} = \begin{cases} |(D1 - D2)| \\ |(D3 - D2)| \end{cases} \quad (1)$$

Os requisitos para a classificação das esquadrias externas são estabelecidos conforme a região do país, o número de pavimentos e a altura da edificação. As regiões que determinam as pressões adotadas no ensaio são especificadas na Figura 6 e no Anexo B deste relatório.



**Figura 6 – Mapa das isopletas da velocidade básica do vento, em m/s, no Brasil**

Fonte: adaptado de ABNT NBR 10821-2:2023

**F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Relatório N° 5635/2023**
**6. Resultados**
**6.1 Permeabilidade ao ar**

Os resultados do ensaio de permeabilidade ao ar antes da aplicação da carga uniformemente distribuída são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Permeabilidade ao ar antes da carga uniformemente distribuída**

Dados	Valores
Área do vão (m <sup>2</sup> )	0,684
Comprimento de juntas abertas (m)	3,076
Velocidade de ar com vedação (m/s)	0,24
Velocidade de ar sem vedação (m/s)	0,28
Vazão de permeabilidade (m <sup>3</sup> /h)	3,03
Vazão de permeabilidade / área do vão do corpo de prova (m <sup>3</sup> /h x m <sup>2</sup> )	4,43
Vazão de permeabilidade / comprimento de juntas abertas (m <sup>3</sup> /h x m)	0,99
U <sub>vazão de permeabilidade / área do vão do corpo de prova</sub> = 0,03 m <sup>3</sup> /h x m <sup>2</sup>	
U <sub>vazão de permeabilidade / comprimento de juntas abertas</sub> = 0,01 m <sup>3</sup> /h x m	

Os resultados do ensaio de permeabilidade ao ar após da aplicação da carga uniformemente distribuída são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Permeabilidade ao ar após carga uniformemente distribuída**

Dados	Valores
Área do vão (m <sup>2</sup> )	0,684
Comprimento de juntas abertas (m)	3,076
Velocidade de ar com vedação (m/s)	0,24
Velocidade de ar sem vedação (m/s)	0,46
Vazão de permeabilidade (m <sup>3</sup> /h)	14,46
Vazão de permeabilidade / área do vão do corpo de prova (m <sup>3</sup> /h x m <sup>2</sup> )	21,15
Vazão de permeabilidade / comprimento de juntas abertas (m <sup>3</sup> /h x m)	4,70
U <sub>vazão de permeabilidade / área do vão do corpo de prova</sub> = 0,03 m <sup>3</sup> /h x m <sup>2</sup>	
U <sub>vazão de permeabilidade / comprimento de juntas abertas</sub> = 0,01 m <sup>3</sup> /h x m	

**6.2 Estanqueidade à água**

Os resultados da amostra no ensaio de estanqueidade à água podem ser verificados na Tabela 4. A Figura 7 complementa a informação da ocorrência.

**Tabela 4 – Resultados verificados no ensaio de estanqueidade à água**

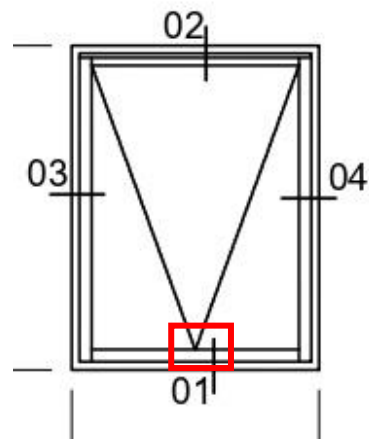
Pressão de ensaio (Pa)	Observações
0	Nenhuma ocorrência observada.
20	Nenhuma ocorrência observada.
40	Nenhuma ocorrência observada.
60	Nenhuma ocorrência observada.
80	Nenhuma ocorrência observada.
100	Nenhuma ocorrência observada.
130	Nenhuma ocorrência observada.

**F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Relatório Nº 5635/2023**

Pressão de ensaio (Pa)	Observações
160	Nenhuma ocorrência observada.
190	Nenhuma ocorrência observada.
220	Nenhuma ocorrência observada.
250	Nenhuma ocorrência observada.
280	Nenhuma ocorrência observada.
300	Ocorrência de PI (ver Figura 7) – 3 min 57 s após aplicação da pressão.



(a)



(b)

**Figura 7 – (a) Indicação da presença de água entre marco e fechamento de vidro da esquadria e (b) localização do ponto de vazamento**

Diante dos resultados obtidos no ensaio de estanqueidade à água, a amostra analisada atende aos requisitos relacionados à pressão de ensaio de 300 Pa. Deste modo, para os ensaios relacionados ao comportamento mecânico, utilizou-se a pressão de 300 Pa.

### 6.3 Comportamento mecânico

#### 6.3.1 Comportamento sob cargas uniformemente distribuídas (deformação)

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

**F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Relatório Nº 5635/2023**
**Tabela 5 – Deformação obtida no ensaio de pressão positiva**

Pressão (Pa)	Deformação (mm)			D <sub>máx</sub> (mm)
	D1	D2	D3	
546	0,4	1,1	2,0	0,9
Residual	0,0	0,0	0,0	0,0
1092	0,7	1,7	2,87	1,1
Residual	0,1	0,1	0,0	0,0
1820	1,1	2,3	3,5	1,2
Residual	0,1	0,1	0,1	0,0
D <sub>máx</sub> apresentada (mm)				1,2
D <sub>máx</sub> , permitida pela ABNT NBR 10821-2 (mm)				4,2
D <sub>máx</sub> residual apresentada (mm)				0,0
D <sub>máx</sub> residual, permitida pela ABNT NBR 10821-2 (mm)				2,9
U = 0,1 mm				

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

**Tabela 6 – Deformação obtida no ensaio de pressão negativa**

Pressão (Pa)	Deformação (mm)			D <sub>máx</sub> (mm)
	D1	D2	D3	
-546	-1,5	-2,5	-4,1	1,6
Residual	-0,1	-0,1	-0,2	0,0
-1092	-3,7	-4,6	-7,0	2,4
Residual	-0,3	-0,4	-0,5	0,1
-1820	-7,6	-8,3	-11,3	3,0
Residual	-0,9	-1,2	-1,7	0,4
D <sub>máx</sub> apresentada (mm)				3,0
D <sub>máx</sub> , permitida pela ABNT NBR 10821-2 (mm)				4,2
D <sub>máx</sub> residual apresentada (mm)				0,4
D <sub>máx</sub> residual, permitida pela ABNT NBR 10821-2 (mm)				2,9
U = 0,1 mm				

**6.3.2 Comportamento sob pressão de segurança**

A Tabela 7 apresenta os resultados de possíveis falhas visuais obtidos para a pressão de segurança positiva e negativa, sob cargas uniformemente distribuídas.

**Tabela 7 – Ocorrência de falhas durante o ensaio**

Pressão (Pa)	Aplicação	Ocorrência
+ 2730	1º positiva	Nenhuma ocorrência de falhas
	2º positiva	
- 2730	1º negativa	Nenhuma ocorrência de falhas
	2º negativa	

**F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Relatório Nº 5635/2023**
**7. Classificação**

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos ao longo dos ensaios realizados, bem como a indicação dos níveis de desempenho alcançados pela esquadria ensaiada.

**Tabela 8 – Níveis de desempenho atingidos**

Ensaio		Resultado obtido	Nível de desempenho atingido*
Permeabilidade ao ar – inicial	Vazão por área	4,43 m <sup>3</sup> /h x m <sup>2</sup>	Superior
	Vazão por comprimento	0,99 m <sup>3</sup> /h x m	Superior
Estanqueidade à água		Ocorrência de PI	Mínimo
Resistência às cargas uniformemente distribuídas**	Pressão positiva	D <sub>a</sub> max = 1,2 mm D <sub>a</sub> max residual = 0,0 mm	Atende aos requisitos da ABNT NBR 10821-2:2023
	Pressão negativa	D <sub>a</sub> max = 3,0 mm D <sub>a</sub> max residual = 0,4 mm	
	Pressão de segurança	Não foi constatada nenhuma falha.	
Permeabilidade ao ar – após carga uniformemente distribuída	Vazão por área	21,15 m <sup>3</sup> /h x m <sup>2</sup>	Intermediário
	Vazão por comprimento	4,70 m <sup>3</sup> /h x m	Intermediário
* Quando aplicável, considerou-se para a classificação da esquadria as condições de ensaio referentes à pressão de água (Pa) de 300 Pa.			
** A ABNT NBR 10821-2:2023 não especifica critérios para classificação nos níveis mínimo, intermediário ou superior de desempenho para este ensaio.			

**8. Observações**

- OS RESULTADOS APRESENTADOS NESTE RELATÓRIO REFEREM-SE SOMENTE AOS ITENS ENSAIADOS.
- CONTENDO 11 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.
- O LABORATÓRIO NÃO FOI RESPONSÁVEL PELA AMOSTRAGEM DO(S) ITEM(NS) ENSAIADO(S), E OS RESULTADOS SE APLICAM À(S) AMOSTRA(S) CONFORME RECEBIDA(S).

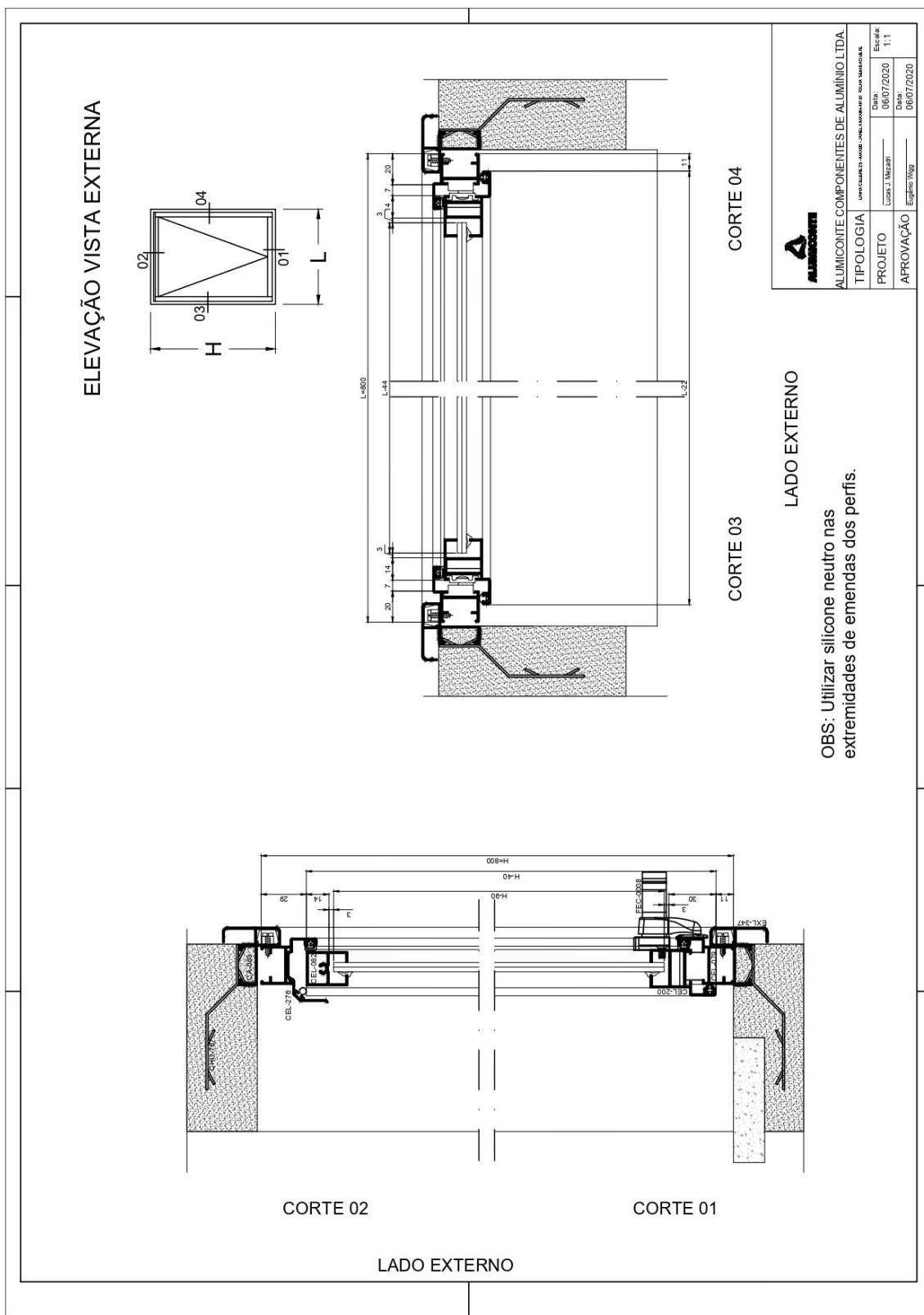
**9. Responsáveis pelo relatório**

Nome do responsável	Função
<i>Dr. Eng. Civil Roberto Christ</i>	Coordenador do itt Performance CREA RS nº 182890
<i>Dr. Eng. Civil Hinoel Zamis Ehrenbring</i>	Responsável Técnico CREA RS nº 216147

Emitido em 27 de outubro de 2023.

**F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Relatório N° 5635/2023**

**Anexo A – Projeto da janela**



Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 1424  
**Instituto Tecnológico em Desempenho e Construção Civil – itt Performance**

Revisão do Modelo do Formulário: 07 (07/04/2022)

Código da Versão do Template: P-LASE-ESTJANMAX(R)-V01 (Data da Versão do Template: 11/04/2022)

Av. Unisinos, 950 CEP 93.022-750 – São Leopoldo (RS) – Entrada pelo Acesso 4

Fone: 51 3590-8887 – e-mail: [ittperformance@unisinos.br](mailto:ittperformance@unisinos.br)

[www.unisinos.br/itt/ittperformance](http://www.unisinos.br/itt/ittperformance)



**F96 – RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Relatório Nº 5635/2023**
**Anexo B – Tabela de classificação (ABNT NBR 10821-2:2023)**
**Tabela B.1 – Valores de pressão de vento conforme a região do país e o número de pavimentos da edificação**

Quantidade de pavimentos	Altura máxima	Região do país	Pressão de ensaios ( $P_e$ ) positiva e negativa	Pressão de segurança ( $P_s$ ) positiva e negativa	Pressão de água ( $P_a$ )
2	6 m	I	350	520	60
		II	470	700	80
		III	610	920	100
		IV	770	1 160	130
		V	950	1 430	160
5	15 m	I	420	640	70
		II	580	860	100
		III	750	1130	130
		IV	950	1 430	160
		V	1 180	1 760	200
10	30 m	I	500	750	80
		II	680	1 030	110
		III	890	1 340	150
		IV	1 130	1 700	190
		V	1 400	2090	230
20	60 m	I	600	900	100
		II	815	1 220	140
		III	1 060	1 600	180
		IV	1 350	2 020	220
		V	1 660	2 500	280
30	90 m	I	660	980	110
		II	890	1 340	150
		III	1 170	1 750	200
		IV	1 480	2 210	250
		V	1 820	2 730	300

*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. A próxima página se refere a comprovação das assinaturas digitais.*

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 1424

**Instituto Tecnológico em Desempenho e Construção Civil – itt Performance**

Revisão do Modelo do Formulário: 07 (07/04/2022)

Código da Versão do Template: P-LASE-ESTJANMAX(R)-V01 (Data da Versão do Template: 11/04/2022)

Av. Unisinos, 950 CEP 93.022-750 – São Leopoldo (RS) – Entrada pelo Acesso 4

 Fone: 51 3590-8887 – e-mail: [ittperformance@unisinos.br](mailto:ittperformance@unisinos.br)
[www.unisinos.br/itt/ittperformance](http://www.unisinos.br/itt/ittperformance)

# PROTOCOLO DE AÇÕES

Este é um documento assinado eletronicamente pelas partes, utilizando métodos de autenticações eletrônicas que comprovam a autoria e garantem a integridade do documento em forma eletrônica. Esta forma de assinatura foi admitida pelas partes como válida e deve ser aceito pela pessoa a quem o documento for apresentado. Todo documento assinado eletronicamente possui admissibilidade e validade legal garantida pela Medida Provisória nº 2.200-2 de 24/08/2001.

Data de emissão do Protocolo: 27/10/2023

## Dados do Documento

Tipo de Documento Laudo técnico  
Referência Contrato RT Perf 5635  
Situação Vigente / Ativo  
Data da Criação 27/10/2023  
Validade 27/10/2023 até Indeterminado  
Hash Code do Documento 1A843B1C5771F6E3C58A6A7F1D7CC3B62231731A998FBD7FC144E188C34BECD4

## Assinaturas / Aprovações

<b>Papel (parte)</b>	Responsável
<b>Relacionamento</b>	92.959.006/0008-85 - UNISINOS
<b>Representante</b>	CPF
<b>Roberto Christ</b>	004.127.370-27
<b>Ação:</b>	Assinado em 27/10/2023 02:50:51 - Forma de assinatura: Usuário + Senha <b>IP:</b> 191.4.51.171
<b>Info.Navegador</b>	Mozilla/5.0 (Macintosh; Intel Mac OS X 10_15_7) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/115.0.0.0 Safari/537.36
<b>Localização</b>	Não Informada
<b>Tipo de Acesso</b>	Normal
<b>Representante</b>	CPF
<b>Hinoel Zamis Ehrenbring</b>	020.791.930-58
<b>Ação:</b>	Assinado em 27/10/2023 02:51:30 - Forma de assinatura: Usuário + Senha <b>IP:</b> 191.4.51.171
<b>Info.Navegador</b>	Mozilla/5.0 (Macintosh; Intel Mac OS X 10_15_7) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/115.0.0.0 Safari/537.36
<b>Localização</b>	Não Informada
<b>Tipo de Acesso</b>	Normal

Os serviços de assinatura digital deste portal contam com a garantia e confiabilidade da **AR-QualiSign**, Autoridade de Registro vinculada à ICP-Brasil.

Documento assinado eletronicamente. Para verificar sua validade contate seus signatários. (1A843B1C5771F6E3C58A6A7F1D7CC3B62231731A998FBD7FC144E188C34BECD4)

## Validação de documento não armazenado no Portal QualiSign

Caso o documento já tenha sido excluído do Portal QualiSign, a verificação poderá ser feita conforme a seguir;

a.) Documentos assinados exclusivamente com Certificado Digital (CADES)

A verificação poderá ser realizada em

<https://www.qualisign.com.br/portal/dc-validar>, desde que você esteja de posse do documento original e do arquivo que contém as assinaturas (.P7S). Você também poderá fazer a validação no site do ITI – Instituto Nacional de Tecnologia da Informação através do endereço <https://verificador.iti.gov.br/>

b.) Documentos assinados exclusivamente com Certificado Digital (PADES)

Para documentos no formato PDF, cuja opção de assinatura tenha sido assinaturas autocontidas (PADES), a verificação poderá ser feita a partir do documento original (assinado), utilizando o Adobe Reader. Você também poderá fazer a validação no site do ITI – Instituto Nacional de Tecnologia da Informação através do endereço <https://verificador.iti.gov.br/>

c.) Documentos assinados exclusivamente SEM Certificado Digital ou de forma híbrida (Assinaturas COM Certificado Digital e SEM Certificado Digital, no mesmo documento)

Para documento híbrido, as assinaturas realizadas COM Certificado Digital poderão ser verificadas conforme descrito em (a) ou (b), conforme o tipo de assinatura do documento (CADES ou PADES).

A validade das assinaturas SEM Certificado Digital é garantida por este documento, assinado e certificado pela QualiSign.

## Validade das Assinaturas Digitais e Eletrônicas

No âmbito legal brasileiro e em também em alguns países do Mercosul que já assinaram os acordos bilaterais, as assinaturas contidas neste documento cumprem, plenamente, os requisitos exigidos na Medida Provisória 2.200-2 de 24/08/2001, que instituiu a Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP-Brasil e transformou o ITI – Instituto Nacional de Tecnologia da Informação em autarquia garantidora da autenticidade, integridade, não-repúdio e irretroatividade, em relação aos signatários, nas declarações constantes nos documentos eletrônicos assinados, como segue:

Art. 10. Consideram-se documentos públicos ou particulares, para todos os fins legais, os documentos eletrônicos de que trata esta Medida Provisória.

§ 1º. As declarações constantes dos documentos em forma eletrônica produzidos com a utilização de processo de certificação disponibilizado pela ICP-Brasil presumem-se verdadeiros em relação aos signatários, na forma do art. 131 da Lei no 3.071, de 1o de janeiro de 1916 - Código Civil.

§ 2º. O disposto nesta Medida Provisória não obsta a utilização de outro meio de comprovação da autoria e integridade de documentos em forma eletrônica, inclusive os que utilizem certificados não emitidos pela ICP-Brasil, desde que admitido pelas partes como válido ou aceito pela pessoa a quem for oposto o documento.

Pelo exposto, o presente documento encontra-se devidamente assinado pelas Partes, mantendo plena validade legal e eficácia jurídica perante terceiros, em juízo ou fora dele.