

**Determinação da permeabilidade ao ar de *kit* de construção à base de madeira (EN 12114:2000)**

**Determinação da estanquidade à água de *kit* de construção à base de madeira (EN 12865:2001)**

**TFS (Timber-Frame System)**

Cliente:

**Rusticasa – Construções, Lda.**  
Zona Industrial de Campos – Pólo 1  
4920-909 Vila Nova de Cerveira

**RELATÓRIO**  
**(OEF092/22)**



## Relatório

**Determinação da permeabilidade ao ar de *kit* de construção à base de madeira  
(EN 12114:2000)**

**Determinação da estanquidade à água de *kit* de construção à base de madeira  
(EN 12865:2001)**

**TFS (Timber-Frame System)**

### 1 - Enquadramento e âmbito do presente relatório

O presente relatório surge na sequência de uma solicitação da empresa *Rusticasa – Construções, Lda.*, que, no dia 9 de maio de 2022, entregou nas instalações laboratoriais do Itecons um provete referenciado pelo cliente como “*TFS (Timber-Frame System)*” e cuja referência interna atribuída pelo Itecons foi OEF012A/22.

Os ensaios solicitados ao Itecons consistem em avaliar a permeabilidade ao ar e a estanquidade à água de um *kit* de construção à base de madeira, de acordo com as indicações definidas no Documento de Avaliação Europeu - EAD 340308-00-0203. Deste modo, os ensaios de determinação da permeabilidade ao ar e estanquidade à água do provete foram realizados de acordo com as normas EN 12114:2000 e EN 12865:2001, respetivamente.

O presente relatório descreve os procedimentos seguidos na preparação e ensaio do provete, sendo apresentados os resultados obtidos. A descrição pormenorizada do provete de ensaio é apresentada na Secção 3.

### 2 - Descrição dos ensaios

#### 2.1 - Determinação da permeabilidade ao ar (EN 12114:2000)

O ensaio de determinação da permeabilidade ao ar do provete foi realizado de acordo com a norma EN 12114:2000. O princípio de ensaio consiste na aplicação de uma série de pressões de ensaio (positivas e negativas), avaliando-se a permeabilidade ao ar do provete com dispositivos que permitem medir a quantidade de fluxo de ar que o atravessa.

De acordo com o EAD 340308-00-0203, a pressão máxima de ensaio é de 600 Pa e deve ser aplicada por patamares em incrementos de 50 Pa até aos 300 Pa e em incrementos de 150 Pa a partir de 300 Pa. A permeabilidade ao ar é medida e registada em cada patamar de pressão. A

*Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.  
O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do Itecons.*

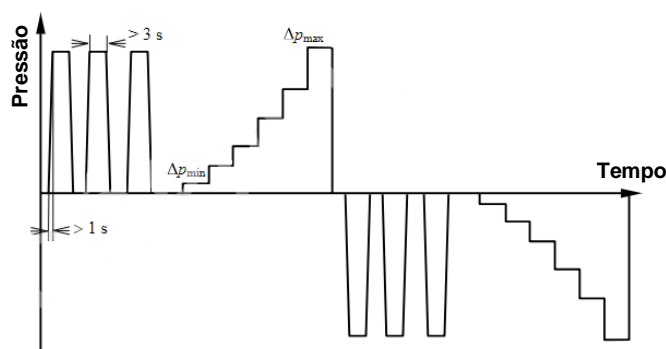
1/9

duração de cada patamar deve ser suficiente de modo a permitir que a pressão de ensaio estabilize antes de se medir a permeabilidade ao ar.

Previamente à aplicação dos patamares de pressão supracitados aplicam-se 3 impulsos de pressão, em que cada um será 10% superior à pressão máxima de ensaio a usar ( $\Delta p_{m\acute{a}x}$ ). O tempo até se atingir a máxima pressão de ensaio não deve ser inferior a 1 s e a pressão é mantida, no mínimo, durante 3 s. A Figura 1 ilustra um exemplo da sequência de ensaio utilizada.

A permeabilidade ao ar do *kit* deve ser determinada como a taxa de fluxo de ar por cada metro de junta ( $m^3/h \cdot m$ ) para cada um dos patamares de pressão.

Previamente à realização do ensaio, o provete permaneceu acondicionado durante 4 horas, no mínimo, a uma temperatura ambiente entre os 15°C e 30°C e a uma humidade relativa entre os 25% e os 75%.



**Figura 1:** Exemplo de sequência de ensaio (variação da pressão de ensaio com o tempo).

## 2.2 - Determinação da estanquidade à água (EN 12865:2001)

O ensaio de determinação da estanquidade à água do provete realizou-se de acordo com a norma EN 12865:2001. O ensaio consiste em pulverizar, de forma contínua, a superfície expectável de ser molhada do provete, com um determinado caudal de água, enquanto incrementos de pressões de ensaio pulsantes são aplicados em patamares específicos. O tempo decorrido até ocorrer penetração de água, a pressão máxima de ensaio aplicada e a localização de quaisquer penetrações de água são registadas.

De acordo com a norma EN 12865:2001, a penetração de água é definida como a presença de água de forma contínua ou repetida na face interior do provete de ensaio, em quaisquer partes do provete destinadas a permanecer secas ou em quaisquer partes do provete onde a água não escoe para o exterior de forma controlada.

A norma EN 12865:2001 define dois procedimentos de ensaio (ver Tabela 1). O procedimento A consiste num ensaio qualitativo de curta duração. Por sua vez, o procedimento B consiste num ensaio quantitativo onde é determinada a quantidade de água absorvida pelo provete de ensaio. De acordo com o EAD 340308-00-0203, o procedimento a adotar é o procedimento A.

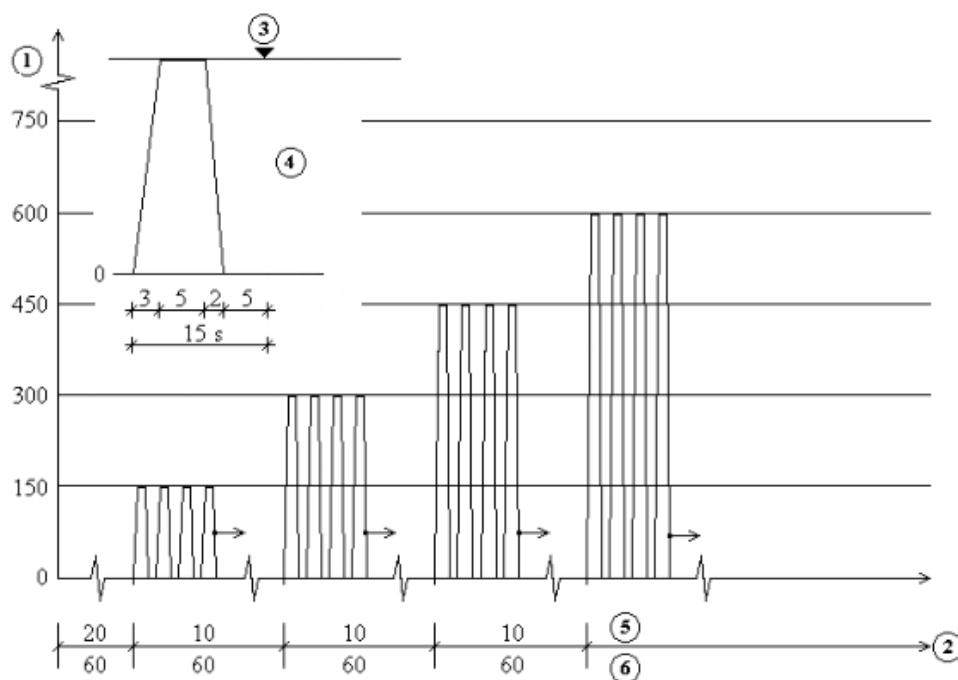
*Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.*

*O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do Itecons.*

**Tabela 1:** Procedimentos de ensaio.

Pressão de ensaio [Pa]	Procedimento A		Procedimento B	
	Intervalo de tempo [min]	Tempo total [min]	Intervalo de tempo [min]	Tempo total [min]
0	20	20	60	60
0 a 150	10	30	60	120
0 a 300	10	40	60	180
0 a 450	10	50	60	240
0 a 600	10	60	60	300
0 a $600 + i \cdot 150$ $i = 1,2,3,\dots,n$	10	$60 + i \cdot 10$	60	$300 + i \cdot 60$

A Figura 2 ilustra graficamente o procedimento de ensaio.



**Figura 2:** Representação esquemática do procedimento de ensaio: 1) pressão de ensaio [Pa]; 2) tempo [min]; 3) máximo; 4) impulso típico; 5) procedimento A; 6) procedimento B.

Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.  
O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do Itecons.

### 3 - Descrição do provete

O provete de ensaio representa um elemento de fachada composto por um painel de parede TFS 105 com uma área total de 2.88 m<sup>2</sup> e um comprimento total de junta de 7.20 m. De acordo com informações fornecidas pelo cliente, o provete é constituído pelos seguintes elementos:

- Revestimento exterior em madeira *Cryptomeria japonica* com 20 mm de espessura;
- Ripa em madeira *Pinus sylvestris* com 32 mm de espessura em;
- Contra-ripa em madeira *Pinus sylvestris* com 10 mm de espessura;
- Membrana impermeável;
- Painel de alta densidade à base de fibras de madeira com 3 mm de espessura;
- Estrutura em madeira *Cryptomeria japonica* composta por montantes de madeira 45 x 105 mm<sup>2</sup>;
- Isolamento térmico em lã mineral com 100 mm de espessura;
- Placa OSB com 12 mm de espessura;
- Ripa em madeira *Pinus sylvestris* com 25 mm de espessura;
- Contra-ripa em madeira *Pinus sylvestris* com 25 mm de espessura;
- Acabamento interior composto por revestimento horizontal em madeira *Cryptomeria japonica* com 20 mm de espessura.

A Figura 3 apresenta o provete instalado na câmara de ensaios previamente à realização dos ensaios.

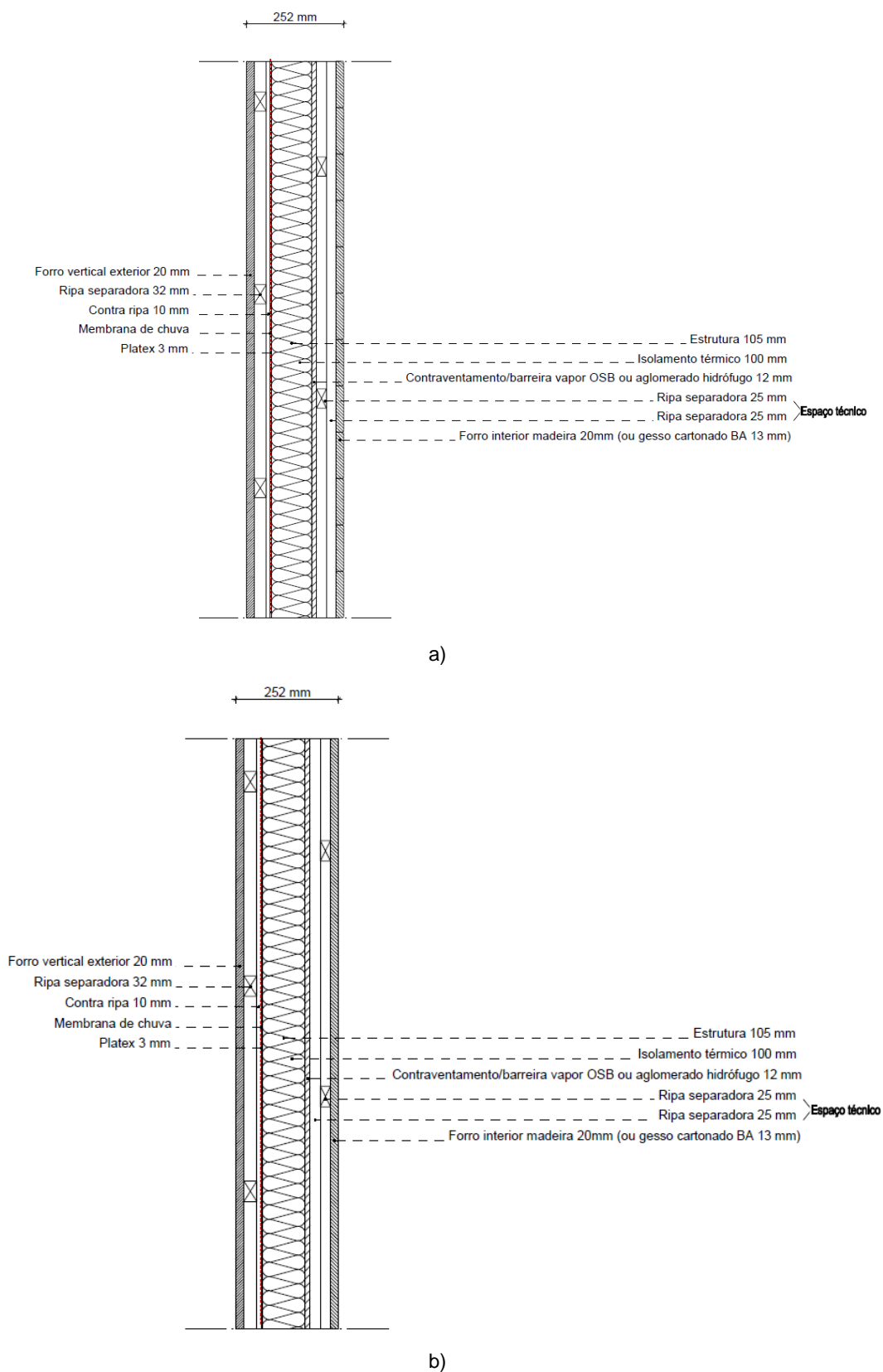


**Figura 3:** Provete instalado na câmara de ensaios.

A título ilustrativo, apresentam-se na Figura 4 detalhes construtivos com a representação do painel de parede TFS 105 do *kit* TFS (Timber-Frame System).

*Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.*

*O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do Itecons.*



**Figura 4:** Detalhes construtivos do painel de parede TFS 105: a) corte vertical; b) corte horizontal.

*Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.*

*O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do Itecons.*

## 4 - Equipamento de ensaio

O equipamento utilizado nos ensaios de determinação da permeabilidade ao ar e estanquidade à água foi o seguinte:

- Câmara de ensaios (CCX01); transdutor de pressão (CCX01-01); transdutor de velocidade do ar (CCX01-02); caudalímetro (CCX01-10); estação meteorológica (ETM01); termómetro (TER16); fita métrica (FTM25).

## 5 - Resultados

### 5.1 - Determinação da permeabilidade ao ar (EN 12114:2000)

O ensaio de determinação da permeabilidade ao ar foi realizado no dia 7 de junho de 2022 pelo técnico António Vieira. As condições ambientais verificadas no início do ensaio encontram-se apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2:** Condições ambientais no início do ensaio de permeabilidade ao ar.

Condições atmosféricas	
Temperatura	24.2 °C
Humidade relativa	48.7 %
Pressão atmosférica	101.30 kPa

A Tabela 3 e a Figura 5 apresentam os resultados obtidos no ensaio de determinação da permeabilidade ao ar quando se estabelecem pressões positivas. Na Tabela 4 e Figura 6 apresentam-se os resultados obtidos no ensaio de determinação da permeabilidade ao ar quando se estabelecem pressões negativas.

**Tabela 3:** Resultados do ensaio de permeabilidade ao ar quando se estabelecem pressões positivas.

Pressão	Fluxo de ar	Fluxo de ar em condições ambientais normais	Permeabilidade ao ar em função da área total	Permeabilidade ao ar em função do comprimento de junta
P [Pa]	V <sub>x</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>A</sub> [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ]	V <sub>L</sub> [m <sup>3</sup> /h·m]
50	1.26	1.25	0.43	0.17
100	1.88	1.86	0.65	0.26
150	2.20	2.18	0.76	0.30
200	2.45	2.43	0.84	0.34
250	2.88	2.86	0.99	0.40

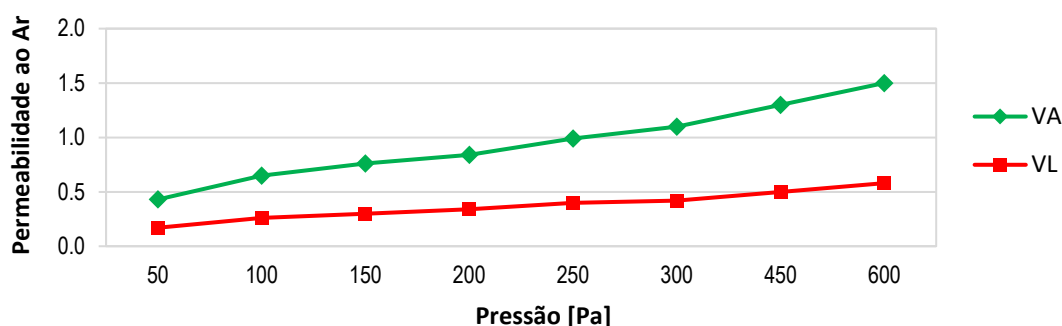
*Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.  
O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do Itecons.*

6/9



**Tabela 3:** Resultados do ensaio de permeabilidade ao ar quando se estabelecem pressões positivas.

Pressão	Fluxo de ar	Fluxo de ar em condições ambientais normais	Permeabilidade ao ar em função da área total	Permeabilidade ao ar em função do comprimento de junta
P [Pa]	V <sub>x</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>A</sub> [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ]	V <sub>L</sub> [m <sup>3</sup> /h·m]
300	3.07	3.04	1.1	0.42
450	3.64	3.61	1.3	0.50
600	4.23	4.19	1.5	0.58

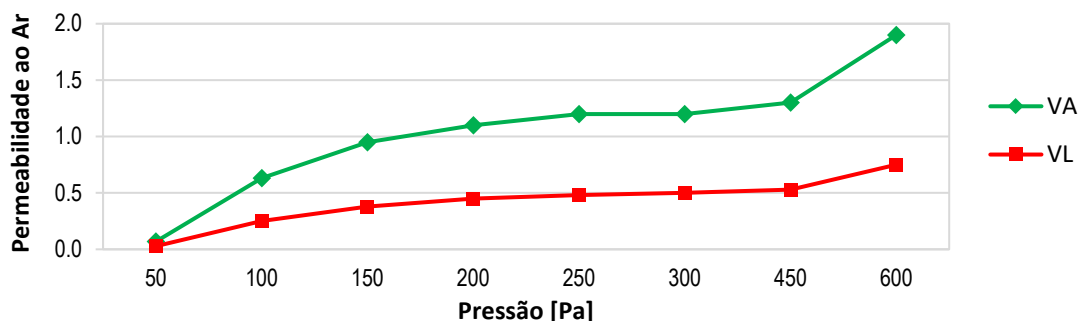


**Figura 5:** Valores de permeabilidade ao ar em função da área, V<sub>A</sub> (m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>), e do comprimento de junta, V<sub>L</sub> (m<sup>3</sup>/h·m), quando se estabelecem pressões positivas.

**Tabela 4:** Resultados do ensaio de permeabilidade ao ar quando se estabelecem pressões negativas.

Pressão	Fluxo de ar	Fluxo de ar em condições ambientais normais	Permeabilidade ao ar em função da área total	Permeabilidade ao ar em função do comprimento de junta
P  [Pa]	V <sub>x</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>A</sub> [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ]	V <sub>L</sub> [m <sup>3</sup> /h·m]
50	0.20	0.20	0.069	0.028
100	1.83	1.81	0.63	0.25
150	2.75	2.73	0.95	0.38
200	3.28	3.25	1.1	0.45
250	3.50	3.47	1.2	0.48
300	3.60	3.57	1.2	0.50
450	3.81	3.78	1.3	0.53
600	5.45	5.40	1.9	0.75

Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.  
O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do Itecons.



**Figura 6:** Valores de permeabilidade ao ar em função da área,  $V_A$  ( $m^3/h \cdot m^2$ ), e do comprimento de junta,  $V_L$  ( $m^3/h \cdot m$ ), quando se estabelecem pressões negativas.

## 5.2 - Determinação da estanquidade à água (EN 12865:2001)

O ensaio de determinação da estanquidade à água foi realizado no dia 7 de junho de 2022 pelo técnico António Vieira. As condições laboratoriais durante o ensaio encontram-se apresentadas na Tabela 5.

**Tabela 5:** Condições laboratoriais durante o ensaio de estanquidade à água.

Condições atmosféricas	
Temperatura	24.5 °C
Humidade relativa	49.6 %
Pressão atmosférica	101.36 kPa
Temperatura da água no início do ensaio	19.1 °C
Temperatura da água no final do ensaio	19.1 °C

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos no ensaio de determinação da estanquidade à água.

**Tabela 6:** Resultados do ensaio de estanquidade à água.

Procedimento de ensaio		Procedimento A
Caudal total de água		7.2 l/min
Diferença de pressão [Pa]	Duração [min]	Estado do provete
0	20	Totalmente estanque
0 a 150	10	Totalmente estanque
0 a 300	10	Totalmente estanque
0 a 450	10	Totalmente estanque
0 a 600	10	Totalmente estanque
0 a 750	10	Totalmente estanque
0 a 900	10	Totalmente estanque

*Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.  
O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do Itecons.*

**Tabela 6:** Resultados do ensaio de estanquidade à água.

Procedimento de ensaio		Procedimento A
Caudal total de água		7.2 l/min
Diferença de pressão [Pa]	Duração [min]	Estado do provete
0 a 1050	10	Totalmente estanque
0 a 1200	10	Totalmente estanque

## 6 - Considerações finais

No presente relatório especificam-se os procedimentos de ensaio utilizados (Secção 2), descreve-se o provete de ensaio (Secção 3), identificam-se os equipamentos de ensaio utilizados (Secção 4) e apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios realizados (Secção 5).

Os ensaios de determinação da permeabilidade ao ar e estanquidade à água foram realizados de acordo com as normas EN 12114:2000 e EN 12865:2001, respetivamente, a um provete referenciado como “TFS (Timber-Frame System)” e cuja referência interna atribuída pelo Itecons foi OEF012A/22.

Coimbra, 30 de dezembro de 2022

Autoria técnica



António Vieira  
Técnico Superior

Responsabilidade técnica



Nuno Simões  
Supervisor Técnico e Científico

A Direção



Documento validado

*Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.  
O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do Itecons.*

9/9