

**Determinação da permeabilidade ao ar de paredes em troncos de madeira (EN 1026:2016; EN 12207:2016)**

**Determinação da estanquidade à água de paredes em troncos de madeira (EN 1027:2016; EN 12208:1999)**

## **NATURLAM W180 BILAM**

Cliente:

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

**RELATÓRIO**  
**(OEF038/21)**



## Relatório

### Determinação da permeabilidade ao ar de paredes em troncos de madeira (EN 1026:2016; EN 12207:2016)

### Determinação da estanquidade à água de paredes em troncos de madeira (EN 1027:2016; EN 12208:1999)

#### NATURLAM W180 BILAM

## 1 - Enquadramento e âmbito do presente relatório

O presente relatório surge na sequência de uma solicitação da empresa *Rusticasa – Construções, Lda.*, que, no dia 1 de junho de 2021, entregou nas instalações laboratoriais do Itecons um provete referenciado pelo cliente como “*NATURLAM W180 BILAM*” e cuja referência interna atribuída pelo Itecons foi OEF037A/21.

Os ensaios solicitados ao Itecons consistem em avaliar a permeabilidade ao ar e a estanquidade à água de paredes em troncos 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 1026:2016 e EN 1027:2016, respetivamente. Posteriormente, o provete testado foi classificado de acordo com o especificado nas normas EN 12207:2016 (permeabilidade ao ar) e EN 12208:1999 (estanquidade à água).

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 1026:2016; EN 12207:2016)

O ensaio de determinação da permeabilidade ao ar do provete foi realizado com base nas informações preconizadas na norma EN 1026:2016. 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.

A pressão de ensaio é 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

*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.*

1/11

patamar de pressão. A 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 supracitados aplicam-se 3 impulsos de pressão, cada um 10% superior à pressão máxima de ensaio a usar ou 500 Pa, o que for maior. 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.

Previamente à realização do ensaio, o provete permaneceu acondicionado durante 4 horas, no mínimo, a uma temperatura ambiente entre os 10°C e 30°C e a uma humidade relativa entre os 25% e os 75%.

A permeabilidade ao ar medida é dividida pela área total do provete e pelo comprimento das juntas entre troncos e os resultados registados em  $m^3/(h \cdot m^2)$  e  $m^3/(h \cdot m)$ , respetivamente.

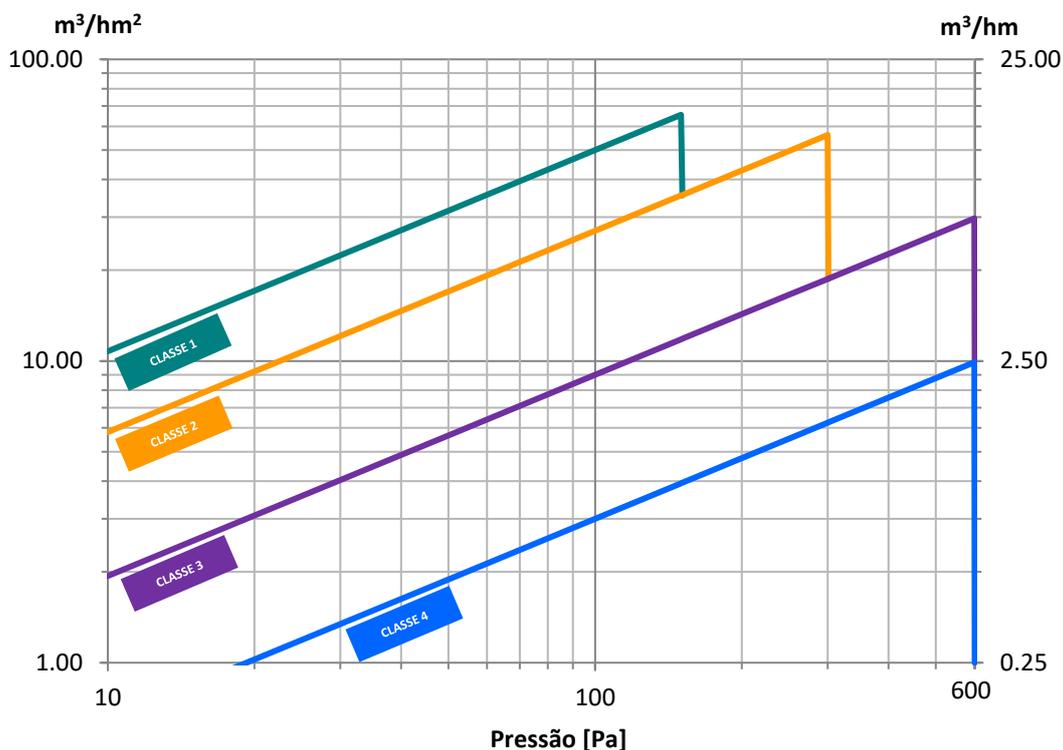
A definição das classes é realizada com base na permeabilidade ao ar relacionada com a área total e com o comprimento das juntas entre troncos, conforme se apresenta na Tabela 1. As linhas na Figura 1 que definem os limites superiores de cada classe são derivadas das permeabilidades ao ar referência a 100 Pa relacionadas com a área total e com o comprimento das juntas entre troncos. O provete pertence a uma determinada classe se a permeabilidade ao ar medida não exceder o limite superior em qualquer patamar de pressão nessa classe.

**Tabela 1:** Permeabilidade ao ar referência (EN 12207:2016).

<b>Classe</b>	<b>Permeabilidade ao ar referência a 100 Pa Área total [<math>m^3/(h \cdot m^2)</math>]</b>	<b>Permeabilidade ao ar referência a 100 Pa Junta entre troncos [<math>m^3/(h \cdot m)</math>]</b>	<b>Pressão máxima de ensaio [Pa]</b>
1	50	12.50	150
2	27	6.75	300
3	9	2.25	600
4	3	0.75	600

*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.*

2/11



**Figura 1** – Limites superiores das classes de permeabilidade ao ar.

## 2.2 - Determinação da estanquidade à água (EN 1027:2016; EN 12208:1999)

O ensaio de determinação da estanquidade à água do provete realizou-se com base nas informações preconizadas na norma EN 1027:2016. O princípio de ensaio consiste em simular o efeito da ação da chuva associada à ação do vento a atuar na superfície exterior do provete.

O ensaio consiste em pulverizar, de forma contínua e regularmente dispersa, a superfície expectável de ser molhada do provete, com um caudal específico de água, enquanto incrementos positivos de pressão de teste são aplicados em intervalos de tempo regulares. O ensaio termina quando o provete deixar de ser completamente estanque à água. De acordo com a norma EN 1027:2016, a penetração de água é definida como a molhagem / humedecimento contínuo<sup>1</sup> ou repetido<sup>2</sup> de:

1. Partes da face interior do provete, ou;
2. Quaisquer partes do provete destinadas a permanecer secas, não fazendo parte do sistema de drenagem de água para o exterior, ou;
3. Quaisquer partes do provete onde a água não escoe para o exterior de forma controlada.

<sup>1</sup> Molhagem / humedecimento contínuo pode ser descrito como uma sequência ininterrupta de água, e.g. linha fina de água.

<sup>2</sup> Molhagem / humedecimento repetido pode ser descrito como intervalos frequentes de água, e.g. mais do que uma gota de água.

*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.*

Previamente à realização do ensaio, o provete permaneceu acondicionado durante pelo menos 4 horas num ambiente com uma temperatura entre os 10°C e os 30°C e uma humidade relativa entre os 25% e os 75%.

A classificação do provete é efetuada de acordo com a Tabela 2. Esta tabela tem em consideração o método de pulverização utilizado e a pressão máxima para a qual o provete deixou de ser estanque à água. Ao provete ensaiado é atribuída a classe correspondente à sua pressão de ensaio máxima ( $P_{m\acute{a}x}$ ).

**Tabela 2:** Classificação de acordo com a Norma EN 12208:1999.

Pressão de ensaio	Classificação		Especificações
	Método A	Método B	
-	0	0	Sem requisitos
0	1A	1B	Aspersão de água durante 15 min
50	2A	2B	Classe 1 + 5 min
100	3A	3B	Classe 2 + 5 min
150	4A	4B	Classe 3 + 5 min
200	5A	5B	Classe 4 + 5 min
250	6A	6B	Classe 5 + 5 min
300	7A	7B	Classe 6 + 5 min
450	8A	-	Classe 7 + 5 min
600	9A	-	Classe 8 + 5 min
> 600	Exxx	-	Acima de 600 Pa, em patamares de 150 Pa com duração de 5 min.

- O método A é apropriado a produtos completamente expostos;
- O método B é apropriado a produtos parcialmente protegidos;
- Provetes que percam a estanquidade a uma pressão de ensaio de 0 Pa, antes de atingir os 15 minutos, não obtêm classificação;
- Provetes estanques a pressões de ensaio superiores a 600 Pa por um mínimo de 5 min devem ser classificados como Exxx, em que xxx representa a pressão de ensaio máxima.

*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.*

4/11

### 3 - Descrição do provete

De acordo com informações fornecidas pelo cliente o provete de ensaio consiste numa parede opaca com espessura total nominal de 180 mm e área total de 0.952 m<sup>2</sup>. O provete de ensaio representa um elemento de fachada composto por 1 parede plana com 4 troncos e 3 juntas entre troncos. O comprimento total de junta entre troncos é de 3.570 m. A parede plana é formada por um kit de construção pré-fabricada em madeira, cuja unidade base é constituída por um elemento bidimensional, do tipo tronco, com núcleo de aglomerado de cortiça expandida (espessura nominal de 100 mm e massa volúmica de aproximadamente 130 kg/m<sup>3</sup>), face interior de madeira maciça de criptoméria japónica (espessura nominal de 40 mm e massa volúmica de aproximadamente 300 kg/m<sup>3</sup>) e face exterior composta por duas lamelas de madeira bilam (2 x 20 mm), com conexões mecânicas do tipo macho-fêmea para ligação entre unidades, dotadas de vedante expansível (ref.<sup>a</sup> Kompri Band 10 mm x 10 mm).

A título ilustrativo, apresenta-se na Figura 2 um corte construtivo com a representação do “NATURLAM W180 BILAM”.



**Figura 2 –** Corte construtivo do “NATURLAM W180 BILAM”.

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



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

*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 (CCX01-03); estação meteorológica (ETM01); goniómetro (GON01); termómetro (TER06); fita métrica (FTM25).

## 5 - Resultados

### 5.1 - Determinação da permeabilidade ao ar (EN 1026:2016; EN 12207:2016)

O ensaio de determinação da permeabilidade ao ar foi realizado no dia 30 de junho de 2021 pelo técnico António Vieira.

As condições ambientais verificadas no início do ensaio encontram-se apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3:** Condições ambientais no início do ensaio de permeabilidade ao ar.

Condições atmosféricas	
Temperatura	21.1 °C
Humidade relativa	60.1 %
Pressão atmosférica	101.08 kPa

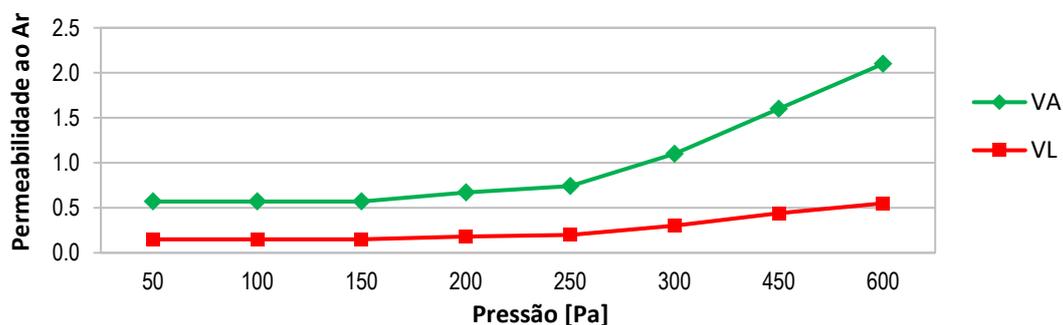
A Tabela 4 e a Figura 4 apresentam os resultados obtidos no ensaio de determinação da permeabilidade ao ar quando se estabelecem pressões positivas. Na Tabela 5 e Figura 5 apresentam-se os resultados obtidos no ensaio de determinação da permeabilidade ao ar quando se estabelecem pressões negativas.

*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.*

6/11

**Tabela 4:** 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 entre troncos
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	0.55	0.55	0.57	0.15
100	0.55	0.55	0.57	0.15
150	0.55	0.55	0.57	0.15
200	0.64	0.64	0.67	0.18
250	0.71	0.71	0.74	0.20
300	1.06	1.05	1.1	0.30
450	1.58	1.57	1.6	0.44
600	1.98	1.97	2.1	0.55



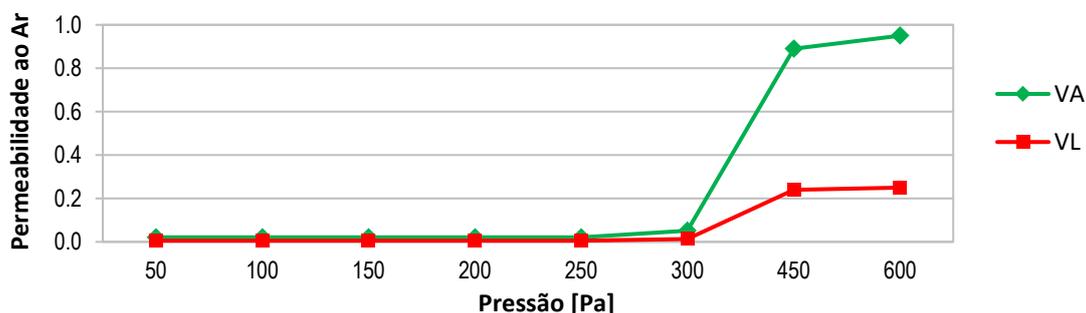
**Figura 4** – Valores de permeabilidade ao ar em função da área, V<sub>A</sub> (m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>), e do comprimento da junta entre troncos, V<sub>L</sub> (m<sup>3</sup>/h·m), quando se estabelecem pressões positivas.

*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.*

7/11

**Tabela 5:** 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 entre troncos
$ P $ [Pa]	$V_x$ [m <sup>3</sup> /h]	$V_o$ [m <sup>3</sup> /h]	$V_A$ [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ]	$V_L$ [m <sup>3</sup> /h·m]
50	0.02	0.02	0.021	0.0056
100	0.02	0.02	0.021	0.0056
150	0.02	0.02	0.021	0.0056
200	0.02	0.02	0.021	0.0056
250	0.02	0.02	0.021	0.0056
300	0.05	0.05	0.052	0.014
450	0.85	0.84	0.89	0.24
600	0.91	0.90	0.95	0.25



**Figura 5** – Valores de permeabilidade ao ar em função da área,  $V_A$  (m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>), e do comprimento da junta entre troncos,  $V_L$  (m<sup>3</sup>/h·m), quando se estabelecem pressões negativas.

Apresenta-se no ábaco da Figura 6 a representação indicada na norma EN 12207:2016 para a classificação do provete ensaiado segundo a sua permeabilidade ao ar. Neste ábaco, representa-se o volume de ar que transpõe a área total do provete (m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>), e o volume de ar que passa pelas juntas entre os troncos (m<sup>3</sup>/h·m).

*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.*

8/11

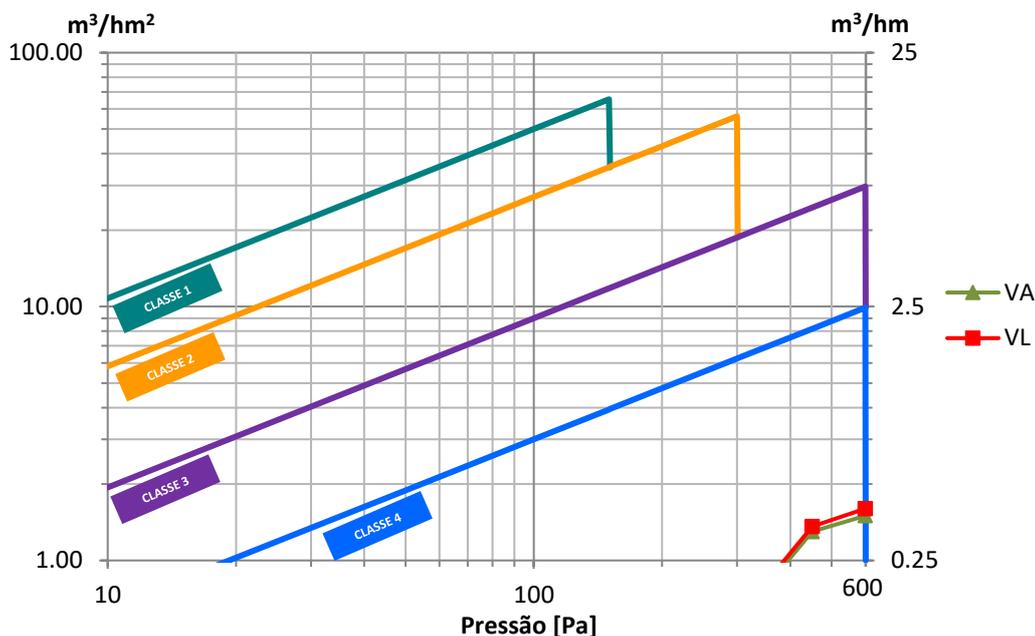


Figura 6 – Classificação de acordo com a norma EN 12207:2016.

A Tabela 6 apresenta a classificação final do provete de acordo com a norma EN 12207:2016.

Tabela 6: Classificação do provete segundo a norma EN 12207:2016.

Classificação segundo a área total:	Classe 4	Classificação Final:	Classe 4
Classificação segundo o comprimento de junta entre troncos:	Classe 4		

## 5.2 - Determinação da estanquidade à água (EN 1027:2016; EN 12208:1999)

O ensaio de determinação da estanquidade à água foi realizado no dia 30 de junho de 2021 pelo técnico António Vieira.

As condições ambientais verificadas no início do ensaio encontram-se apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7: Condições ambientais no início do ensaio de estanquidade à água.

Condições atmosféricas	
Temperatura	21.9 °C
Humidade relativa	57.9 %
Pressão atmosférica	101.03 kPa

Inicialmente, submeteu-se o provete a uma pulverização de água contínua durante 15 minutos e a uma pressão de ensaio de 0 Pa. Posteriormente, foram efetuados incrementos de pressão, de 5 em 5 minutos mantendo-se a pulverização contínua, e registou-se a pressão para a qual o provete deixou de garantir estanquidade.

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos no ensaio de determinação da estanquidade à água.

*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 8:** Resultados do ensaio de estanquidade à água.

Método de pulverização usado		Método A
Nº de aspersores utilizados		3
Caudal total de água		6 l/min
Pressão (Pa)	Duração (min)	Estado do provete
0	15	Totalmente estanque
50	5	Totalmente estanque
100	5	Totalmente estanque
150	5	Totalmente estanque
200	5	Totalmente estanque
250	5	Totalmente estanque
300	5	Totalmente estanque
450	5	Totalmente estanque
600	5	Totalmente estanque
750	5	Totalmente estanque
900	5	Totalmente estanque
1050	5	Totalmente estanque
1200	5	Totalmente estanque
1350	5	Totalmente estanque
1500	5	Totalmente estanque
1650	5	Perda de estanquidade ao fim de 2 minutos

Na Figura 7 são identificados os pontos onde se verificou a perda de estanquidade do provete.



**Figura 7** – Identificação dos pontos onde se verificou a perda de estanquidade do provete.

*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.*

A Tabela 9 apresenta a classificação final do provete de acordo com a norma EN 12208:1999.

**Tabela 9:** Classificação do provete segundo a norma EN 12208:1999.

<b>Limite de estanquidade à água</b>	<b>1500 Pa</b>
<b>Classificação final</b>	<b>Classe E1500</b>

## 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 1026:2016 e EN 1027:2016, respetivamente, a um provete referenciado como “*NATURLAM W180 BILAM*” e cuja referência interna atribuída pelo Itecons foi OEF037A/21.

A classificação final do provete testado, relativamente à sua permeabilidade ao ar e estanquidade à água, de acordo com as normas EN 12207:2016 e EN 12208:1999, respetivamente, é apresentada na Tabela 10.

**Tabela 10:** Classificação final do provete testado.

<b>NATURLAM W180 BILAM – OEF037A/21</b>	
<b>Permeabilidade ao ar</b>	<b>Classe 4</b>
<b>Estanquidade à água</b>	<b>Classe E1500</b>

Coimbra, 2 de agosto de 2021

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.*

11/11