

## **QUALIDADE DA MADEIRA DOS COMPONENTES FABRICADOS EM PINHO BRAVO**

*PTE/12/2013 (C-90/2013)*

José A. Santos

**BOLETIM DE ENSAIO**  
**PTE/12/2013(C-90/2013)**

**QUALIDADE DA MADEIRA DOS**  
**COMPONENTES FABRICADOS**  
**EM PINHO BRAVO**

Requisitante:

Bernardino & Mendes, Lda  
R. José Bernardino Crespo  
2420-009 Arrabal - Leiria

Data de entrada da(s) amostra(s)

-----

V/Pedido

e-mail de 24-07-2013 15:18

Data de Saída

08/08/2013

Identificação do(s) produto(s)

-----

## 1. INTRODUÇÃO

Foi solicitada pela empresa Bernardino & Mendes a realização de um parecer sobre a qualidade da madeira dos componentes fabricados, assim como informação sobre o enquadramento no novo Regulamento dos Produtos da Construção.

Entrou em vigor em 1 de julho de 2013 o Regulamento dos Produtos da Construção (RPC) com base no Regulamento (UE) n. 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, com data de 9 de Março de 2011, que estabelece condições harmonizadas para a comercialização dos produtos de construção e que revoga a Diretiva 89/106/CEE do Conselho Regulamento dos Produtos da Construção.

Com base neste regulamento, os Estados-Membros comprometem-se a introduzir disposições legais que incluem requisitos relativos não só à segurança dos edifícios e de outras obras de construção, mas também à saúde, à durabilidade, à eficiência energética, à proteção do ambiente, a aspetos económicos e a outros de interesse público.

Com o objetivo de conseguir um grau de reconhecimento mútuo entre países e organizações e empresas, o Comité Europeu de Normalização (CEN) foi reconhecido como organização competente para a aprovação de normas harmonizadas, que definem essencialmente os procedimentos para a avaliação do desempenho correspondente às características essenciais dos produtos de construção, que por sua vez vêm permitir que os fabricantes de produtos de construção emitam uma Declaração de Desempenho do produto de construção, com informação sobre as suas características essenciais, de acordo com as especificações técnicas harmonizadas aplicáveis.

As regras para a aplicação da Declaração de Desempenho e Marcação **CE** estão definidas no Artigo 4 do Capítulo III do Regulamento (UE) n. 305/2011.

A marcação **CE** garante o cumprimento de todas as exigências associadas e permite a livre circulação dos produtos marcados em todos os países da União Europeia.

No caso específico da madeira de pinheiro bravo, para além da exigência da marcação **CE**, a sua circulação por território Europeu fica ainda sujeita às regras de segurança definidas nos Requisitos Técnicos para Tratamento Térmico de Madeira e de Material de Embalagem de Madeira, emitida pela DGAV (Direção geral de Agricultura e Veterinária), do Ministério da Agricultura. O cumprimento destes requisitos permite a emissão dos necessários passaportes fitossanitários para a circulação das mercadorias, para além da fronteira portuguesa.

## 2. DECLARAÇÃO DE DESEMPENHO

A declaração de desempenho consiste numa descrição das características do produto, associada à identificação do seu fabricante.

Segundo o estabelecido no Artigo 6º a declaração de desempenho deve incluir, em especial, as seguintes informações:

- a) A referência do produto-tipo para o qual foi feita a declaração de desempenho;
- b) O sistema ou sistemas de avaliação e verificação da regularidade do desempenho do produto de construção, nos termos do anexo V do referido artigo 6º;
- c) O número de referência e a data de emissão da norma harmonizada ou da Avaliação Técnica Europeia utilizadas para a avaliação de cada característica essencial;
- d) Se for caso disso, o número de referência da documentação técnica específica utilizada e os requisitos que, segundo o fabricante, o produto satisfaz.

### 3. MARCAÇÃO CE

O cumprimento integral de todas as exigências resumidamente descritas anteriormente permite aos fabricantes a aplicação da marcação **CE**, que é um símbolo de garantia de que os produtos em causa estão de acordo com todas as exigências legais.

Ao apor ou mandar apor a marcação **CE** no produto de construção, os fabricantes declaram que assumem a responsabilidade pela conformidade do produto com a respetiva Declaração de Desempenho.

Independentemente da existência da Declaração de Desempenho, a marcação deve ser aposta no produto ou na placa sinalética do produto. Quando tal não for possível devido à natureza do produto, a marcação **CE** deve ser aposta na embalagem e/ou na eventual documentação que o acompanha (como acontece nos produtos a granel ou de pequenas dimensões, etc.).

### 4. SISTEMA DE MARCAÇÃO

Segundo o estabelecido no Anexo V do Regulamento (UE) nº 305/2011, a marcação CE está dividida em diferentes sistemas que se distinguem pelo grau de exigência num cumprimento de determinadas exigências de comprovação documental, sob as aspetos mais relevantes:

- Sistema 1+ – Declaração de desempenho, em função das características essenciais do produto de construção, elaborada pelo fabricante com base entre outras exigências, em controlo de produção e ensaios em fábrica, avaliação periódica por um organismo de certificação notificado e ainda inspeções e ensaios aleatórios do produto antes de colocação no mercado.
- O Sistema 1 corresponde a controlo de produção e ensaios em fábrica, mas também sob a certificação e controlo contínuo por um organismo de certificação notificado.
- Sistema 2+ – Declaração de desempenho com base em ensaios de tipo, controlo da produção e inspeção inicial e verificações regulares por organismo de certificação notificado.
- Sistema 3 – Declaração de desempenho com base em controlo de produção em fábrica e ensaios tipo realizados num laboratório notificado.
- Sistema 4 – Declaração de desempenho em função das características essenciais do produto de construção, elaborada pelo fabricante com base nos seguintes elementos: - ensaios de tipo; nos cálculos de tipo; nos valores tabelados ou em documentação descritiva, não sendo atribuídas tarefas a um organismo notificado.

### 5. NORMAS HARMONIZADAS RELACIONADAS COM MADEIRA ESTRUTURAL

EN 14080:2005 Estruturas de madeira – Madeira lamelada colada – Requisitos

Esta norma harmonizada define as exigências de controlo e características mínimas para madeira lamelada-colada a ser utilizada para fins estruturais. Dá indicações sob a forma de marcação **CE**.

Para marcação **CE** de madeira lamelada-colada para fins estruturais deve ser seguido o sistema 1, em que os ensaios iniciais de produto têm de ser realizados num laboratório notificado.

EN 14081-1:2005+A1:2011 Estruturas de madeira – Madeira com secção retangular classificada segundo a resistência – Parte 1: Requisitos gerais. Para marcação **CE** de madeira com secção retangular para fins estruturais deve ser seguido o sistema 2+, que obriga à certificação do controlo de produção por entidade externa, sujeita a inspeções anuais por organismo notificado.

EN 1912:2004 Structural timber - Strength classes - Assignment of visual grades and species

NP EN 1912:2013 Madeira para estruturas. Classes de resistência. Atribuição de classes de qualidade e espécies.

Esta norma é de fundamental importância na classificação de madeira para estruturas, pois relaciona a classificação visual (E-Estruturas) da norma NP 4305 com a classe de resistência C18, associando os correspondentes valores característicos a utilizar no cálculo estrutural.

EN 13501-1:2007+A1:2009 Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.

No que diz respeito à reação ao fogo a norma EN 14080 (Anexo E) permite utilizar a classificação geral para madeiras naturais, sem necessidade de realização de ensaios. Assim, a classificação a atribuir é D-s2,d0, significando D - a Euroclasse (entre as classificações A1, A2, B, C, D, E, F: A1 - pedra, D - Madeira e derivados, E - polímeros, F - não especificados); s2 - classificação relativa à produção de fumos, (s1 é o nível mais elevado de não produção de fumos e s3 é a pior, a madeira está a meio da escala). d0 - diz respeito à classe mais elevada, significando a não produção de pingos incandescentes.

## 6. OUTRAS NORMAS

NP 4305:1995 Madeira serrada de pinheiro bravo para estruturas. Classificação visual.

Esta norma define os critérios e os limites de aceitação para duas classes de qualidade de madeiras maciça de pinheiro bravo para fins estruturais, as classes EE-Especial estruturas e a classe E-Estruturas. Tal como dito anteriormente, esta norma encontra-se referenciada na norma Europeia NP EN 1912:2013 como fundamento para a atribuição da classe C18 à madeira de pinheiro bravo quando classificada na classe de classificação visual E.

Tal como mostrado no Quadro I as diferenças entre as classificações EE e E situam-se ao nível da dimensão dos nós, à inclinação do fio e à taxa de crescimento. Há umas pequenas diferenças ao nível de fendas nos topos e na dimensão do descaio.

Quadro I - Classes de qualidade de classificação visual segundo a norma NP 4305.

**Quadro 1**  
**Classes de qualidade**

Características e defeitos da madeira		Classes de qualidade	
		Classe EE	Classe E
Nós	KAR marginal	< 1/5	$\left. \begin{array}{l} < 1/2 \\ < 1/2 \end{array} \right\}$ $\left. \begin{array}{l} > 1/2 \\ < 1/3 \end{array} \right\}$
	KAR total	< 1/5	
Fio		< 1/10	< 1/6
Taxa de crescimento		< 6 mm	< 10 mm
Fendas	não repassadas	Fendas superficiais com $l_f < 300$ mm podem ser ignoradas	
	repassadas	$l_f < 1/4$ e $l_f < 600$ mm	$l_f < 1/4$ e $l_f < 900$ mm
		Não mais do que uma fenda com o comprimento máximo, por cada metro	
		Permitidas só nos topos: $l_f < 600$ mm e $l_f < 1,0x_a$	Permitidas só nos topos: $l_f < 1,5x_a$
Descaio		< 1/4b ; < 1/4a no comprimento total	< 1/3b ; < 1/3a no comprimento total
		< 1/3b ; < 1/3a ao longo de 300 mm (se cada topo tiver 3 ou 4 arestas vivas)	< 1/2b ; < 1/2a ao longo de 300 mm (se cada topo tiver 3 ou 4 arestas vivas)
Empenos	em arco de face (em 2 m)	Se $b = 35$ mm $\rightarrow X < 30$ mm ; Se $b > 75$ mm $\rightarrow X < 10$ mm (interpoler para valores de espessura intermédios)	
	em arco de canto (em 2 m)	Se $a = 60$ mm $\rightarrow Y < 10$ mm ; Se $a > 250$ mm $\rightarrow Y < 5$ mm (interpoler para valores de largura intermédios)	
	em hélice (em 2 m)	$Z < 1,5$ mm por cada 25 mm de largura da peça	
	em meia-cana	$X_4 < 1$ mm por cada 25 mm de largura da peça	
Bolsas de resina e casca inclusa	não repassadas	Sem limites caso sejam mais curtas que a largura da peça Se tal não se verificar aplicam-se os limites das fendas	
	repassadas	Sem limites caso o seu comprimento seja < 1/2 da largura da peça Se tal não se verificar aplicam-se os limites das fendas	
Medula		Não admitida	Admitida

l - comprimento; a - largura; b - espessura da peça. A restante simbologia encontra-se definida na secção 6.

EN 384:2004 Structural timber - Determination of characteristic values of mechanical properties and density.

NP EN 384:2009 Madeira para estruturas. Determinação de valores característicos das propriedades mecânicas e da massa volúmica.

EN 387:2001 Glue laminated timber - Large finger joints - Performance requirements and minimum production requirements.

EN 338:2003 Structural timber - Strength classes.

No Quadro II (Table 1 da norma) apresentam-se os valores característicos para cálculo estrutural relativamente às diferentes classes de resistência definidas na norma.

Quadro II - Valores característicos para as diferentes classes de qualidade segundo EN 338.

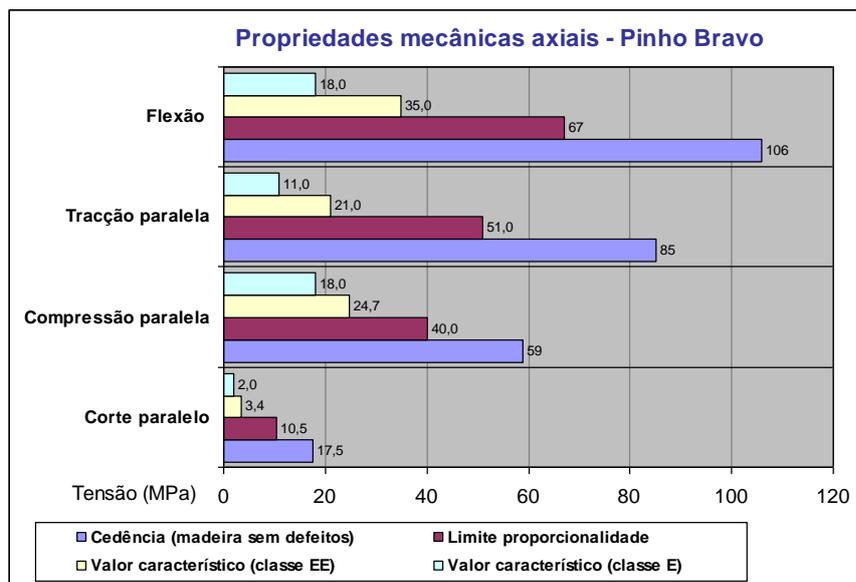
**Table 1 — Strength classes - Characteristic values**

		Poplar and softwood species											Hardwood species						
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Strength properties (in N/mm <sup>2</sup> )																			
Bending	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	30	35	40	50	60	70
Tension parallel	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	18	21	24	30	36	42
Tension perpendicular	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compression parallel	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	23	25	26	29	32	34
Compression perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Shear	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
Stiffness properties (in kN/mm <sup>2</sup> )																			
Mean modulus of elasticity parallel	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	10	10	11	14	17	20
5% modulus of elasticity parallel	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
Mean modulus of elasticity perpendicular	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
Mean shear modulus	$G_{mean}$	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25

## 7. CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA DE PINHEIRO BRAVO

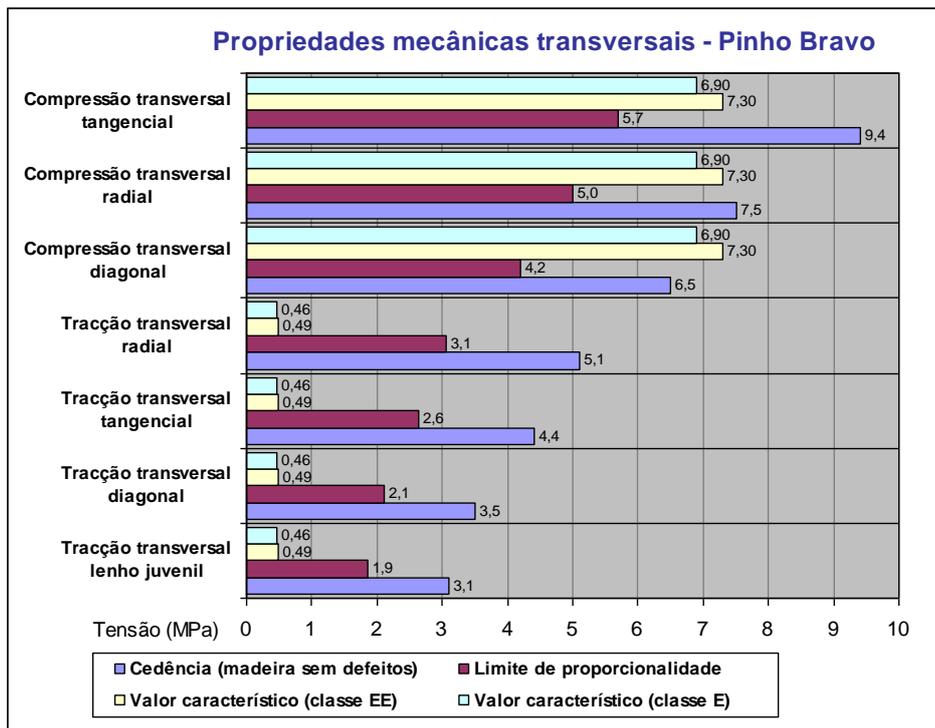
As características do pinho bravo foram publicados na tese de doutoramento (Santos, 2007), apresentando-se no Quadro III o resumo da comparação dos resultados dos ensaios das propriedades axiais (limite de proporcionalidade e cedência), e os valores característicos correspondentes à classificação visual EE e E.

Quadro III - Valores dos ensaios com madeira da mesma origem da utilizada por Bernardino & Mendes.



No Quadro IV apresenta-se o resumo das propriedades mecânicas transversais (limite de proporcionalidade e cedência), em comparação com os valores característicos correspondentes à classificação visual EE e E.

Quadro IV - Valores dos ensaios com madeira da mesma origem da utilizada por Bernardino & Mendes.



NP EN 1194:2002 Estruturas de Madeira. Madeira lamelada-colada. Classes de resistência e determinação dos valores característicos.

Esta norma permite relacionar os valores de resistência da madeira lamelada-colada a partir das classes de resistência da madeira maciça, por sua vez determinados experimentalmente e após escolha da qualidade por critério de classificação visual. Deste modo, tendo em conta os resultados de ensaios realizados com madeira de classe de classificação visual (E - Estruturas) pela norma NP 4305, confirma-se a classificação C18 pela norma EN 338.

### 8. CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA LAMELADA-COLADA DE PINHEIRO BRAVO

Do mesmo modo como foi atribuída a classe de resistência C18 à madeira classificada visualmente na classe E, a madeira classificada visualmente na classe EE tem condições para cumprir a classificação C24 da norma EN 338.

No fabrico de madeira lamelada-colada, a utilização de lamelas classificadas na classe de resistência C24 poderão considerar-se os valores caraterísticos da madeira lamelada-colada de pinheiro bravo como GL24.h segundo a norma NP EN 1194.

No Quadro IV mostram-se os valores caraterísticos da madeira lamelada-colada da classe GL24h que está mais compatível com a classificação visual E da norma portuguesa NP 4305.

Quadro IV - Classe de resistência GL24h aplicável ao lamelado-colado homogéneo de pinho bravo segundo a norma NP EN 1194.

	Propriedades	Símbolo	Classe resistência GL24h
Resistência (N/mm <sup>2</sup> )	Resistência à flexão	$f_{m,g,k}$	24
	Resistência à tração paralela	$f_{t,0,g,k}$	16,5
		$f_{t,90,g,k}$	0,4
	Resistência à compressão paralela	$F_{c,0,g,k}$	24
		$F_{c,90,g,k}$	2,7
	Resistência ao corte paralelo	$F_{v,g,k}$	2,7
Rigidez (N/mm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidade à flexão	$E_{0,g,mean}$	11 600
		$E_{0,g,05}$	9 400
		$E_{90,g,mean}$	390
	Módulo de distorção	$G_{g,mean}$	720
	Massa volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	$P_{g,k}$	380

Se a madeira que constitui as lamelas da madeira lamelada-colada foram escolhidas de acordo com os critérios definidos para a classe EE da norma NP 4305 então permite-se considerar a classe de resistência GL28h, constante no Quadro V.

Quadro V - Classes de resistência GL28h aplicável ao lamelado-colado homogéneo de pinho bravo segundo a norma NP EN 1194.

	Propriedades	Símbolo	Classe resistência GL28h
Resistência (N/mm <sup>2</sup> )	Resistência à flexão (N/mm <sup>2</sup> )	fm,g,k	28
	Resistência à tração paralela	ft,0,g,k	19,5
		ft,90,g,k	0,45
	Resistência à compressão paralela	Fc,0,g,k	26,5
Fc,90,g,k		3,0	
	Resistência ao corte paralelo	Fv,g,k	3,2
Rigidez (N/mm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidade à flexão	E0,g,mean	12 600
		E0,g,05	10 200
		E90,g,mean	420
	Módulo de distorção	Gg,mean	780
	Massa volúmica	Pg,k	410

## 9. CONCLUSÕES

Os componentes de madeira maciça de secção retangular produzidos em madeira de pinheiro bravo pela empresa Bernardino & Mendes podem ser classificados na classe de resistência C18, se a madeira for classificada visualmente na classe E pelos critérios da norma NP 4305 e condições para ser classificada na classe de resistência C24 se classificados visualmente segundo os critérios para a classe EE pela norma NP 4305.

Tendo em conta a origem da madeira utilizada por Bernardino & Mendes (região de Leiria) e ainda a utilização da madeira em tábuas para a fabricação de lamelados colados, com a eliminação de zonas como nós de grandes dimensões, do descaio e ainda o corte dos topos, a classe de madeira utilizada para o fabrico dos lamelados encontra-se claramente incluída na classe EE.

Tendo em conta as características de material de origem para o fabrico de lamelados-colados, as informações incluídas neste relatório, assim como outros comprovativos de ensaios fabris (medições do teor de água, controlo da pressão), para além das especificações de colas e vernizes e a descrição do processo de fabrico, apresentam as condições para a elaboração de uma Declaração de Desempenho aprovada pela direção da empresa, permitem à empresa preparar um "dossier" técnico que fundamente a marcação **CE** no nível 4.

Para componentes decorativos sem responsabilidade estrutural para além do peso próprio, o sistema de marcação deverá ser do nível 4, com base num dossier de informação da responsabilidade da empresa, não necessitando de intervenção de entidades externas (tal como explicado na seção 4 deste relatório).

Em anexo mostra-se um exemplo de partida para a elaboração de uma Declaração de Desempenho.

No caso de se tratar de material para incorporação permanente na construção (vigas estruturais, prumos, bases de pavimentos, etc.) o sistema de marcação terá de ser de nível 1, ou seja, com ensaios de tipo inicial realizados num laboratório notificado e o sistema de fabrico ser auditado anualmente por uma entidade notificada.

## 10. BIBLIOGRAFIA

EN 14080:2005 Estruturas de madeira – Madeira lamelada colada – Requisitos.

EN 14081-1:2005+A1 Estruturas de madeira. Madeira com secção rectangular classificada segundo a resistência.

Parte 1: Requisitos gerais.

EN 338:2003 Structural timber - Strength classes.

EN 387:2001 Glue laminated timber - Large finger joints - Performance requirements and minimum production requirements.

NP EN 1194:2002 Estruturas de Madeira. Madeira lamelada-colada. Classes de resistência e determinação dos valores característicos.

EN 13501-1:2007+A1:2009 Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.

NP 4305:1995 Madeira serrada de pinheiro bravo para estruturas. Classificação visual

NP EN 1912:2013 Madeira para estruturas. Classes de resistência. Atribuição de classes de

NP EN 384:2009 Madeira para estruturas. Determinação de valores característicos das propriedades mecânicas e da massa volúmica.

Santos, J. A. 2007. Estudos de Modelos e Caracterização do Comportamento Mecânico da Madeira. Tese de doutoramento da Universidade do Minho - DEM, 273p., URL: <http://hdl.handle.net/10400.9/357>.

**Responsável Técnico**

**Coordenadora do LMR**

Doutor José António dos Santos

Doutora Teresa C. Diamantino

# Declaração de Conformidade CE

Madeira maciça de secção retangular

Conforme Anexo ZA da norma EN 14081-1:2005+A1:2013



Em cumprimento com o Regulamento (UE) n. 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, com data de 9 de Março de 2011, que estabelece as condições harmonizadas para a comercialização dos produtos de construção, a empresa:

**Bernardino & Mendes, Lda**

R. José Bernardino Crespo

2420-009 Arrabal - Leiria

Declara que a madeira de maciça de pinheiro bravo, de secção retangular, para ser usada em fins estruturas, classificada visualmente segundo a norma NP 4305:1995, fabricada nas suas instalações, apresenta as características indicadas no quadro abaixo, de acordo com os requisitos da norma de referência e relativamente aos ensaios de tipo iniciais (ITT):

Madeira (Código da espécie)		Pinho bravo PNPN <i>Pinus Pinaster</i> Ait.	Pinho bravo PNPN <i>Pinus Pinaster</i> Ait.
Classe classificação visual NP 4305		E	EE
Detalhe do produto		Madeira serrada aparelhada	Madeira serrada aparelhada
Massa volúmica média $\rho_{mean}$ [kg/m <sup>3</sup> ]		580	610
Espessura mínima (mm)			
Classe de reação ao fogo <sup>(1)</sup>		D-s2, d0	D-s2, d0
Substâncias perigosas		NA	NA
Durabilidade natural EN 350-2	Fungos cerne	3-4 (medianamente a pouco durável)	3-4 (medianamente a pouco durável)
	Fungos borne	Não durável	Não durável
	<i>Hylotrupes</i>	S (borne suscetível)	S (borne suscetível)
	<i>Anobium</i>	S (borne suscetível)	S (borne suscetível)
	Térmitas	S (cerne suscetível)	S (cerne suscetível)
Imregnabilidade	Cerne	4	4
	Borne	1	1
Classe de resistência EN 338		C18	C24 <sup>(2)</sup>
Módulo de elasticidade à flexão $E_{0,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		12000	14000
Tensão de resistência à flexão $f_{m,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		18	24 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Madeira natural

<sup>(2)</sup> Ainda não considerada na norma Europeia EN 1912 para Portugal, mas sim para Espanha, se classificada ME1 pela norma UNE 56.544:2009.

NA - Não aplicável

Arrabal - Leiria, (data)

Pela Gerência