



RELATÓRIO

ORIENTAÇÕES PARA MARCAÇÃO CE DE PRODUTOS DE MADEIRA MACIÇA DE CRIPTOMÉRIA

Outubro 2019

Co-financiado por:



GOVERNO
DOS AÇORES



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de
Desenvolvimento Regional

Handwritten signature and initials in the top right corner.

ORIENTAÇÕES PARA MARCAÇÃO CE DE PRODUTOS DE MADEIRA MACIÇA DE CRIPTOMÉRIA

Resumo

A madeira de criptoméria apresenta dificuldades de incorporação em produtos para a construção, decorrentes da obrigatoriedade de marcação CE (e.g. madeira maciça ou lamelados colados) e do facto de possuir baixas propriedades mecânicas em consequência da sua baixa massa volúmica. Neste sentido, o presente relatório pretende indicar algumas soluções inovadoras para a utilização de madeira de criptoméria para a construção, descrevendo de forma sumária quais os documentos normativos de suporte à marcação CE, existentes ou a desenvolver para esses produtos.

Os produtos encontram-se em processo de estudo da sua viabilidade técnica no LNEC e no SerQ, sendo, no entanto, salientada a necessidade de encontrar e estabelecer um processo de classificação para fins estruturais, fiável e eficiente, que suporte o desenvolvimento dos referidos produtos.

Palavras-chave: Produtos alternativos / Criptoméria / Região Autónoma dos Açores / Marcação CE

GUIDELINES FOR CE MARKING OF SUGI SOLID TIMBER PRODUCTS

Abstract

The use of sugi timber in construction products presents difficulties due to the obligation of CE marking (e.g. solid timber or glued laminated timber) and from the fact that it possesses low mechanical properties as a result of its low density. Therefore, this report aims to indicate some innovative solutions for the use of sugi timber for construction by briefly describing which are the normative documents available and those needed to be developed to support the CE marking of these products.

At LNEC and SerQ the products are in the process of the assessment of their technical feasibility. However, the need to find and establish a reliable and efficient strength grading process that supports the development of these products is underlined.

Keywords: Alternative products / Sugi / Região Autónoma dos Açores / CE marking

nm
Kyr
Carlyla Hs

Handwritten signature/initials in the top right corner.

Índice

<u>1</u>	<u>Introdução</u>	7
1.1	<u>Definições</u>	7
1.2	<u>Marcação CE – produtos de madeira - generalidades</u>	8
<u>2</u>	<u>Produtos estratégicos</u>	11
2.1	<u>Produtos estruturais</u>	11
2.1.1	<u>Base de suporte dos produtos tipo - Classificação mecânica MTG</u>	13
2.1.2	<u>Produto-Tipo – Lamelado colado</u>	13
2.1.3	<u>Produto de madeira do tipo placa</u>	17
2.1.4	<u>Vigas tipo I</u>	20
2.2	<u>Produtos não estruturais (revestimentos) utilizando o potencial de madeira densificada</u>	22
<u>3</u>	<u>Comentários finais</u>	24
	<u>Referências bibliográficas</u>	26

nm
hjn
(caldeira)

Índice de figuras

Figura 1.1 – Ligação por entalhes múltiplos – <i>Finger joint</i>	7
Figura 1.2 – Esquema para obtenção de marcação CE	8
Figura 1.3 – Entidades envolvidas nos diversos sistemas de AVR	10
Figura 2.1 – Situação atual da qualificação estrutural das madeiras nacionais relativamente ao enquadramento europeu aplicável	12
Figura 2.2 – Identificação dos produtos tipo a desenvolver com madeira de criptoméria para fins estruturais	12
Figura 2.3 – Classificação mecânica com base no equipamento MTG	13
Figura 2.4 – Diferentes fases no processo de marcação CE de lamelados colados segundo a EN 14080	14
Figura 2.5 – Ilustração da composição do lamelado colado misto proposto no âmbito do projeto	16
Figura 2.6 – Elemento estrutural para edifícios constituído por peças de madeira ligadas por cavilhas – EAD nº 130002-00-0304	17
Figura 2.7 – Elemento estrutural para edifícios constituído por peças de madeira de seção retangular ligadas por pregos ou parafusos – EAD nº 130011-00-0304	17
Figura 2.8 – Elemento estrutural para edifícios constituído por peças de madeira ligadas por encaixes de cauda-de-andorinha – EAD nº 130013-00-0304	18
Figura 2.9 – Elemento estrutural compósito madeira-betão produzido por ligadores do tipo cavilha – EAD nº 130090-00-0303	18
Figura 2.10 – Elemento estrutural compósito madeira-betão	18
Figura 2.11 – Elemento estrutural do tipo viga-l	20
Figura 2.12 – Exemplo de utilização de vigas l em soluções de piso (sistema STEICOjoist)	21
Figura 2.13 – Revestimentos de piso em madeira multicamada - EN 13489	22

nm
Krypi
Cristina

Índice de quadros

Quadro 1.1 – Produtos abrangidos por normas harmonizadas relevantes para o presente projeto	9
Quadro 2.1 – Procedimentos e responsabilidade na elaboração do relatório de produto-tipo ...	14
Quadro 2.2 – Características de desempenho passíveis de serem incluídos num EAD	17
Quadro 2.3 – Características de desempenho passíveis de serem incluídos num EAD	19
Quadro 2.4 – Características de desempenho passíveis de serem incluídos num futuro EAD .	21
Quadro 2.5 – Características de desempenho passíveis de serem relevantes no caso de revestimento sujeito a avaliação segundo o EAD 090062-00-0404	23

1. Introdução

1.1 Definições

A aplicação de madeira em estruturas engloba um conjunto de conceitos introduzidos pela normalização europeia, sendo abaixo referidos os mais relevantes¹:

Classe de qualidade – Conjunto de uma dada espécie de madeira ou grupo de espécies (entendidas como similares) cumprindo os limites respeitantes a defeitos (nós, fio inclinado, etc.) impostos por uma determinada norma de classificação de madeiras para estruturas.

Classe de serviço: Classes estabelecidas em função das condições de exposição da madeira com o propósito de definir as tensões resistentes dos elementos de madeira e permitir o cálculo das deformações nessas condições ambientais.

Classe de resistência: Conjunto de classes de qualidade, decorrentes da aplicação de normas de classificação para fins estruturais, representadas para fins de dimensionamento pelas mesmas propriedades físico-mecânicas. As classes de resistência encontram-se discriminadas na EN 338, estabelecendo a NP EN 1912 a correspondência, validada pelo CEN/TC 124/WG2/TG1, entre as classes de qualidade visual (norma de classificação visual) e as classes de resistência.

Classe de risco: Classes estabelecidas em função das condições de exposição da madeira de molde a indicar quais os riscos de deterioração por parte de agentes biológicos (i.e. fungos de podridão, carunchos e térmitas).

Kit – Sistemas construtivos que agregam diversos componentes, fabricados ou não pelo mesmo fabricante, que podem ser levados para a obra separados e somente aí montados.

Ligação por entalhes múltiplos (*Finger joint*) – Ligação topo a topo entre dois elementos de madeira maciça, consistindo na execução por meios mecânicos de entalhes denteados em ambos os topos e que se complementam, sendo a sua integridade assegurada por meio de cola estrutural, Figura 1.1.

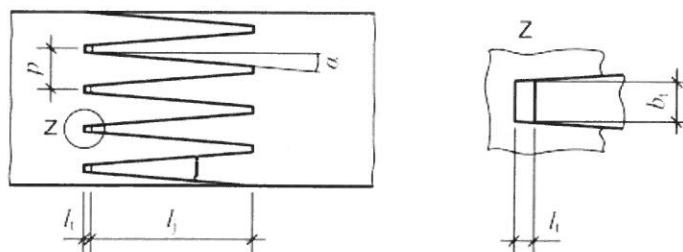


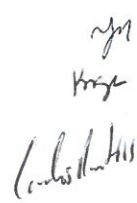
Figura 1.1 – Ligação por entalhes múltiplos – *Finger joint*

¹ Outras definições podem ser consultadas na norma EN 488, partes 1 a 12.

Wm
Kings
C. W. Kings

Wm
Kings
C. W. Kings

Wm
Kings
C. W. Kings



Wm
Kings
C. W. Kings

Handwritten signature and initials in the top right corner.

A declaração de desempenho (DoP) facilita as transações ao permitir apresentar a informação relevante, ou declarada, do produto num formato uniformizado, ajudando os clientes diretos ou utilizadores finais a comprovar o desempenho do produto e a compará-lo com outros produtos destinados à mesma utilização.

A marcação CE permite, ainda, aos fabricantes, ou ao seu representante, movimentar o produto no Mercado único europeu e na Turquia, sendo, no entanto, da responsabilidade do fabricante verificar a existência de regulamentação suplementar a que o produto se encontra sujeito no país de destino (de aplicação). Para esse efeito deverá ser contactado o Ponto de Contacto local² do país onde o produto será aplicado em obra.

Para além da marcação CE, as empresas podem recorrer a esquemas adicionais de certificação ou de garantia de qualidade do produto, permitindo abordar questões relevantes para o desempenho em serviço, como seja as regras de aplicação. Estes procedimentos podem coexistir com a marcação CE deste que não gerem confusão com a marcação CE, não reduzindo a sua legibilidade e visibilidade. Deste modo, no caso do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), são disponibilizados os designados Documentos de Aplicação (DA), de carácter voluntário, destinados a uma avaliação complementar dos produtos, atendendo a condições regulamentares ou relevantes para a aplicação em obra (e não cobertas pela marcação CE). O DA abrange produtos com marcação CE, cobertos por normas portuguesas e por normas europeias não-harmonizadas.

O quadro 1.1 apresenta os produtos com base em madeira maciça relevantes no âmbito do projeto e abrangidos por uma norma harmonizada.

Quadro 1.1 – Produtos abrangidos por normas harmonizadas relevantes para o presente projeto

Norma Europeia harmonizada	Título da norma	AVRD
EN 14080	Estruturas de madeira - Madeira lamelada colada - Requisitos	1
EN 14081-1 e 2 (Classificação visual e mecânica)	Estruturas de madeira - Madeira com secção retangular classificada segundo a resistência - Parte 1: Requisitos gerais Estruturas de madeira - Madeira com secção retangular classificada segundo a resistência. Parte 2: Classificação mecânica: requisitos adicionais para ensaio de tipo inicial	2+
EN 14342	Revestimentos de piso de madeira - Características, avaliação da conformidade e marcação	1 / 3 / 4
EN 14915	Lambris e painéis de madeira maciça - Características, avaliação da conformidade e marcação	1/3/4

Os fabricantes que pretendam iniciar o processo de marcação CE devem consultar a base de dados NANDO de forma a confirmar qual a versão (ano de publicação) da norma harmonizada a aplicar³.

No processo de marcação CE diversas entidades podem estar envolvidas, figura 1.3.

² <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/30102>

³ <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/index.cfm?fuseaction=cp.hs&cpr=Y#hs>

Handwritten signature and initials in the top right corner.

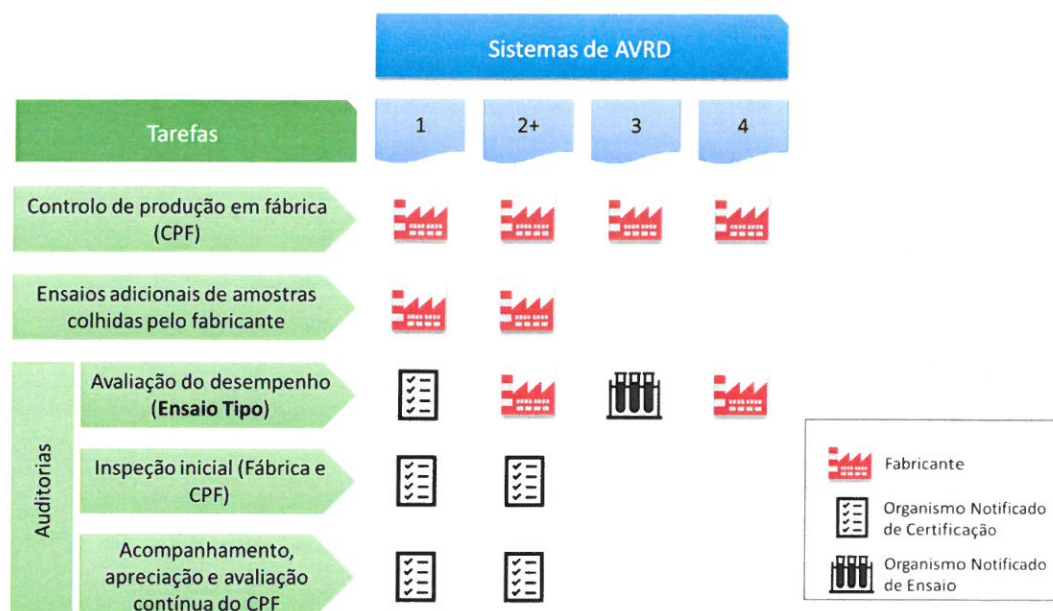


Figura 1.3 – Entidades envolvidas nos diversos sistemas de AVR

O presente relatório insere-se no projeto “Estudos de modificação da madeira de criptoméria por densificação” e pretende identificar alguns produtos para a construção em que a madeira de criptoméria possa vir a ser incorporada, quer no seu estado natural ou modificado (i.e. densificação).

Desta forma, são identificadas de uma forma resumida nos capítulos seguintes as etapas essenciais da marcação CE, associada a cada produto-tipo. Uma explicação mais detalhada poderá ser encontrada no guia “A marcação CE dos produtos de construção passo a passo”⁴. Ressalve-se ainda que em processos de marcação CE abrangidos por um AVR 1 e 2+ o fabricante deverá envolver o Organismo Notificado de Certificação de forma a garantir a conformidade do seu manual de controlo de produção em fábrica (CPF).

As normas de produto ou de marcação CE (normas europeias ou portuguesas em virtude da sua tradução) devem ser adquiridas junto do Instituto Português da Qualidade (www.ipq.pt). No caso de documentos europeus de avaliação (EAD), este podem ser consultados no portal da EOTA (www.eota.eu).

⁴ <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/12318?locale=en>

2. Produtos estratégicos

O projeto pressupõe o desenvolvimento de protótipos de produtos incorporando madeira de criptoméria para a construção, com caráter inovador face às utilizações tradições para esta madeira, através da análise da sua viabilidade técnica e da possível marcação CE. Deste modo, no presente relatório são abordados os seguintes produtos:

- Lamelados colados.
- Produtos do tipo placa.
- Vigas I.
- Produtos não estruturais (revestimentos) utilizando o potencial de madeira densificada.

2.1. Produtos estruturais

A utilização estrutural de madeira de criptoméria implica a capacidade de a classificar (avaliação visual ou mecânica), separando os elementos de madeira em lotes mais homogêneos (classes), aos quais se associam valores característicos de resistência mecânica. Um conjunto de classes aprovadas pela Comissão Técnica 124 *Timber Structures* pode ser consultada na norma EN 1912.

O desenvolvimento de marcação CE de madeira para a construção por via de classificação mecânica encontra-se em curso, no âmbito do presente projeto, no Centro de Inovação e Competências da Floresta (SerQ). Desse estudo, o SerQ irá fornecer ao LNEC dados que servirão de informação complementar de suporte à revisão da norma portuguesa de classificação visual de madeira de criptoméria para fins estruturais (NP 4544).

Para ambas as opções de classificação serão submetidos ao CEN/TC 124/WG2/TG1 relatórios que permitam a associação de classes de resistência às classes de qualidade (classificação visual) ou a implementação da classificação mecânica, colmatando o vazio atual, figura 2.1. Deste modo, pretende-se que no final do projeto uma empresa que utilize madeira de criptoméria tenha ao seu dispor tecnologia de classificação para fins estruturais, similar à existente para as madeiras do centro e norte da europa.

Handwritten notes and signatures in the top right corner.

Situação pinho bravo (<i>Pinus pinaster</i> Aiton)				
Tipo de classificação	Norma de classificação	Classes de qualidade	Processo de reconhecimento europeu	Classe de resistência
Visual	NP 4305	E	Incluída na EN 1912	C18
		EE	Não incluída na EN 1912	—
Mecânica	EN 14081 partes 1 a 3	NA	Relatório aceite pelo CEN/TC124	C24/Rejeitada C35/C24/C18/Rejeitada C40/C24/C18/Rejeitada

Situação cryptoméria (<i>Cryptomeria japonica</i> Thunberg ex Linnaeus)				
Tipo de classificação	Norma de classificação	Classes de qualidade	Processo de reconhecimento europeu	Classe de resistência
Visual	NP 4544	CYS I	Não incluída na EN 1912	—
		CYS II	Não incluída na EN 1912	—
Mecânica	EN 14081 partes 1 a 3	NA	Não existe relatório	—

Figura 2.1 – Situação atual da qualificação estrutural das madeiras nacionais relativamente ao enquadramento europeu aplicável

Os produtos abaixo descritos e desenvolvidos numa base de protótipo baseiam-se no pressuposto da possibilidade de classificação mecânica, figura 2.2.

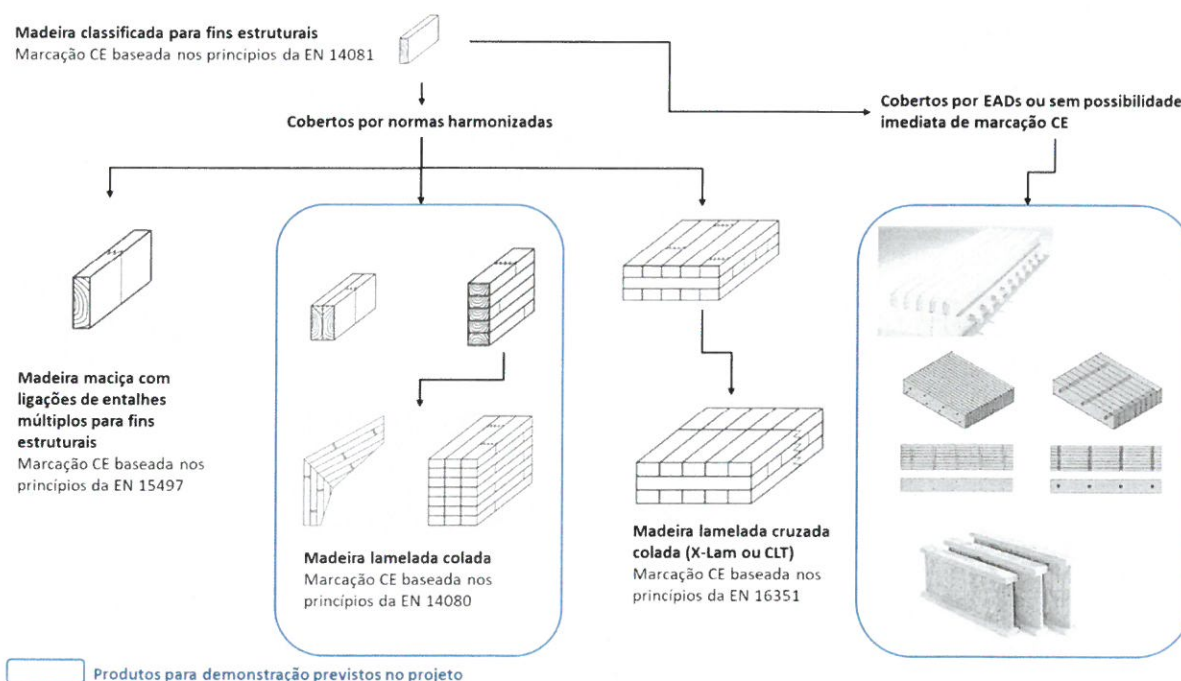


Figura 2.2 – Identificação dos produtos tipo a desenvolver com madeira de criptoméria para fins estruturais

Handwritten signature and initials in the top right corner.

2.1.1. Base de suporte dos produtos tipo - Classificação mecânica MTG

O processo em curso de classificação mecânica de madeira maciça de criptoméria (relatório a publicar) recorre ao equipamento Machine Timber Grader (MTG), dispositivo portátil, figura 2.3 a), de fácil utilização e que apenas requer uma ligação Bluetooth a um computador. Este equipamento utiliza o método de vibração longitudinal para a determinação do módulo de elasticidade dinâmico – propriedade indicadora (IP), figura 2.3 b). O equipamento é composto por uma esfera acoplada a uma mola e por um sensor de vibração. O impacto da esfera no elemento de madeira traduz-se num movimento de vibração livre do elemento que é captado pelo sensor resultando na avaliação do módulo dinâmico e consequente resistência.

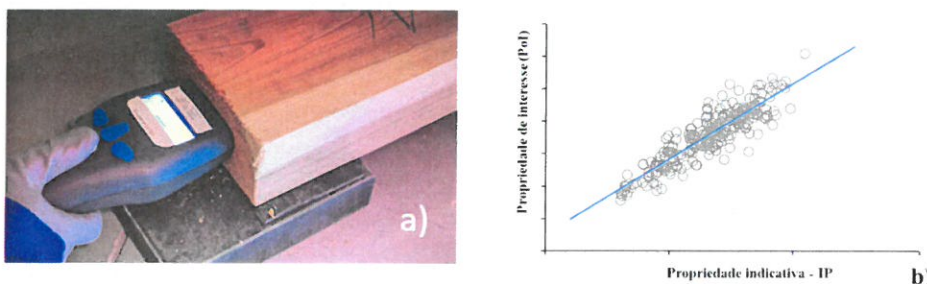


Figura 2.3 – Classificação mecânica com base no equipamento MTG

2.1.2. Produto-Tipo – Lamelado colado

2.1.2.1. Marcação no âmbito da norma harmonizada

A norma harmonizada EN 14080 abrange os produtos indicados na figura 2.2 como madeira lamelada colada. No caso destes produtos o Sistema de AVR D é o 1. Antes da aplicação desta norma recomenda-se a leitura atenta do seu âmbito, de forma a confirmar que o lamelado a produzir se encontra dentro dos requisitos. Entre eles incluem-se:

- a) Madeiras de resinosas ou de choupo, **não sendo aplicável**, no entanto, a madeira de criptoméria dado esta não constar da listagem presente na secção 5.5.2 da EN 14080.
- b) Elementos com duas ou mais camadas, apresentando as lamelas uma espessura entre 6mm e 45mm.
- c) Aplicável a lamelados tratados ou não com produto preservador.
- d) **Não aplicável** a lamelados tratados com produtos ignífugos, madeira termicamente ou quimicamente modificada ou madeira maciça com ligações de entalhes múltiplos para fins estruturais.

A marcação CE de lamelados de criptoméria, dada a condição a), implicaria uma alteração da lista de espécies a ocorrer na revisão das normas europeias que ocorre de 5 em 5 anos. Esta revisão encontra-se atualmente em curso no âmbito do CEN/TC 124.

Handwritten signature and initials in the top right corner.

O caminho para a marcação CE abrange as etapas indicadas na figura 2.4. As tarefas do fabricante iniciam-se pela definição das características de desempenho a declarar, quadro 2.1 da norma EN 14080.



Figura 2.4 – Diferentes fases no processo de marcação CE de lamelados colados segundo a EN 14080

Dada a importância do relatório de tipo para uma definição rigorosa das características de desempenho do produto, indica-se no quadro 2.1 as tarefas e as entidades responsáveis envolvidas. No caso da utilização de componentes (e.g. madeira classificada para fins resistentes – EN 14081-1 ou 2) com marcação CE, o fabricante deverá possuir nos seus registos o DoP do produto fornecido pelo fabricante desse componente.

Na produção de lamelados a necessidade de atingir uma classe superior ou igual a GL20h para lamelados homogêneos (100% criptoméria), pressupõe como único recurso a classificação mecânica das lamelas, uma vez que a classificação visual não permite atingir para a criptoméria classes de resistência superiores a C18. Este aspeto reforça a importância do estudo em curso no âmbito do presente projeto relativo à classificação mecânica por meio de MTG.

Quadro 2.1 – Procedimentos e responsabilidade na elaboração do relatório de produto-tipo

Tarefa	Responsável	Descrição
Ensaio Tipo	Fabricante	Caracterização do comportamento mecânico do lamelado Opção A: Ensaios sobre o produto final Opção B: Declaração baseada em cálculos (dados geométricos e propriedades do material)
		Caracterização da cola Documentação com classificação da cola quanto à classe de serviço – baseada na EN 301 ou na EN 15425
		Durabilidade Declaração da classe de durabilidade (EN 350)
		Tratamento preservador Declaração do efeito nas propriedades, caso ocorra (EN 15228)
		Reação ao fogo Caso declarada segundo o quadro 11 da EN 14080
		Emissão de formaldeído Ensaio ou declaração de acordo com a EN 14080

Handwritten signature and initials in the top right corner.

Organismo Notificado de Ensaio	Resistência das juntas coladas Ensaio das juntas de topo e de face
	Reação ao fogo Caso seja pretendida a declaração de uma classe superior à definida na EN 14080
Organismo Notificado de Certificação	Responsável pela recolha da informação do fabricante e do Organismo Notificado de Ensaio e elaboração do Relatório de produto-tipo

No controlo de produção em fábrica, figura 2.4, poderão envolver-se entidades externas realizando ensaios de rotina (ensaios de periodicidade inferior a 24 horas) ou de verificação (ensaios de periodicidade superior a 24 horas). Estas entidades deverão estar acreditadas ou, em alternativa, serem igualmente auditadas no âmbito da auditoria de concessão e de acompanhamento realizadas pelo Organismo Notificado de Certificação. Os requisitos mínimos de produção poderão ser consultados no anexo I da EN 14080.

O controlo de produção em fábrica deve ainda atender aos seguintes pontos:

- Informação (documental) da proveniência da madeira;
- CrITÉrios visuais da aceitação/rejeição da madeira;
- Evidência relativa à competência dos operadores do MTG ou responsáveis pela classificação visual – em ambos os casos quando não exista uma entidade externa de classificação;
- Composição do lamelado (espécies, dimensões, tolerâncias);
- Procedimento/instrução de trabalho relativo ao sistema de classificação das lamelas (visual/mecânico e classes de resistência) implementado;
- Características do produto (GL - classe de resistência do lamelado, Classe de serviço);
- Certificados relativos a possíveis tratamentos preservadores ou ignífugos.
- Calibração/verificação de humidímetros de forma a validar a classificação para um dado teor de água. A alteração posterior do teor de água, em serração, transporte ou local da obra pode originar ou piorar defeitos existentes como sejam: empenos e fendas.

Considerando as características mecânicas da criptoméria (baixa massa volúmica e baixa resistência ao esmagamento localizado), diversos estudos têm sido realizados sobre soluções baseados em lamelado colados heterogéneos (lamelas exteriores de espécie de madeira mais resistente). Refira-se que diferentes configurações de lamelados colados heterogéneos, abrangidos pela EN 14080 foram estudadas no âmbito de uma dissertação de doutoramento (Martins, 2019).

2.1.2.2. Marcação no âmbito de uma Avaliação Técnica Europeia

No presente estudo, propõe-se um tipo de lamelado heterogéneo em que a distribuição das lamelas obedece a dois critérios, figura 2.5: 1) necessidade de aumentar a resistência global das vigas, através da introdução de lamelas exteriores constituídas por espécies de madeira mais resistentes; 2) necessidade de aumento da capacidade resistente nas zonas sujeitas a esforços

devidos à realização de ligações estruturais por meio de cavilhas ou chapas metálicas, através de alteração da composição do lamelado nessas zonas.

Este tipo de lamelado não se enquadra nas soluções descritas na norma harmonizada EN 14080, devendo assim a marcação CE seguir a via de ETA apoiada num EAD.

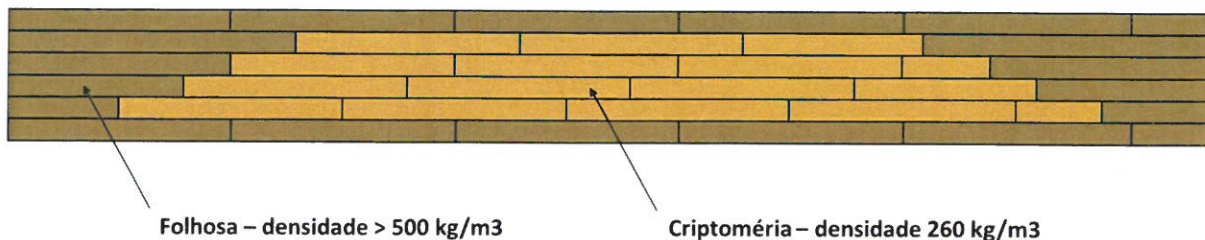


Figura 2.5 – Ilustração da composição do lamelado colado misto proposto no âmbito do projeto

Presentemente encontra-se publicado dois Documentos de Avaliação Europeia (EAD) envolvendo desvios relativamente à norma EN 14080:

- Glued laminated timber made of hardwood – Structural laminated veneer lumber made of beech (EAD nº 130010-01-0304)
- Glued laminated timber made of steam-cured solid timber with rectangular cross section – Softwood (EAD nº 130197-00-0304).

O protótipo em estudo atendendo ao tipo de lamela (espécie) e à distribuição das lamelas não se enquadra nestes dois documentos. Deste modo, um fabricante que queira a marcação CE deverá solicitar junto de um Organismo Notificado de Certificação a elaboração de um EAD para o seu produto. As características gerais de desempenho a incluir no EAD serão similares aos indicados no quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Características de desempenho passíveis de serem incluídos num EAD

Características de desempenho
Resistência mecânica e estabilidade Resistência e módulo de elasticidade à flexão estática, compressão, tração, corte Fluência e duração das ações Qualidade da colagem Capacidade resistente de ligadores Estabilidade dimensional
Segurança face a incêndio Reação ao fogo Resistência ao fogo
Higiene, saúde e ambiente Emissão de formaldeído
Segurança e acessibilidade na utilização Incluídas nas relativas a <u>resistência mecânica e estabilidade</u> (ver acima)
Economia de energia e isolamento térmico Condutibilidade térmica Inércia térmica

2.1.3. Produto de madeira do tipo placa

Os produtos de madeira do tipo placa abrangem diversos tipos, alguns já alvo de EADs, figuras 2.6 a 2.8.

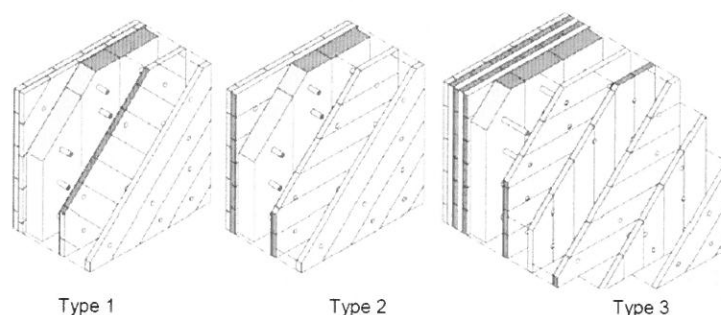


Figura 2.6 – Elemento estrutural para edifícios constituído por peças de madeira ligadas por cavilhas – EAD nº 130002-00-0304

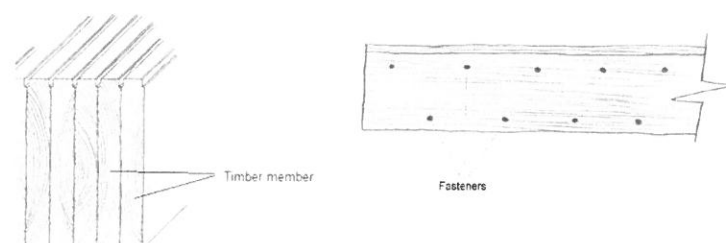


Figura 2.7 – Elemento estrutural para edifícios constituído por peças de madeira de seção retangular ligadas por pregos ou parafusos – EAD nº 130011-00-0304

Handwritten signature/initials

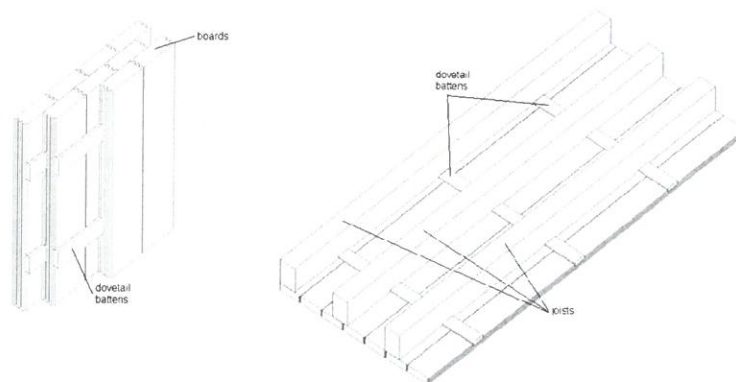


Figura 2.8 – Elemento estrutural para edifícios constituído por peças de madeira ligadas por encaixes de cauda-de-andorinha – EAD nº 130013-00-0304

Outros elementos tipo placa para pavimentos de madeira suportam-se em tipologias do tipo madeira-betão, como o descrito no EAD nº 130090-00-0303, figura 2.9.

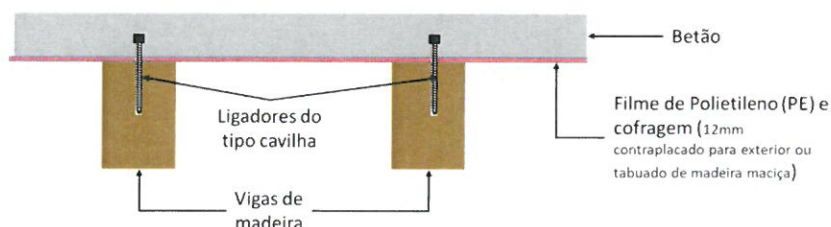


Figura 2.9 – Elemento estrutural compósito madeira-betão produzido por ligadores do tipo cavilha – EAD nº 130090-00-0303

O presente estudo pretende verificar a possibilidade de um elemento estrutural compósito madeira-betão, composto de peças de madeira de seção retangular ligadas por cavilhas, figura 2.10, sendo comercializado na forma de kit. Este produto não se enquadra no âmbito do EAD nº 130090-00-0303 uma vez que apresenta o desvio relativo ao tipo de elemento de madeira previsto no EAD (viga, lamelado colado, LVL⁵ ou madeira lamelada cruzada). No entanto, dado o tipo de desvio a solução poderá passar por uma emenda ao EAD através de pedido por organismo notificado à EOTA.

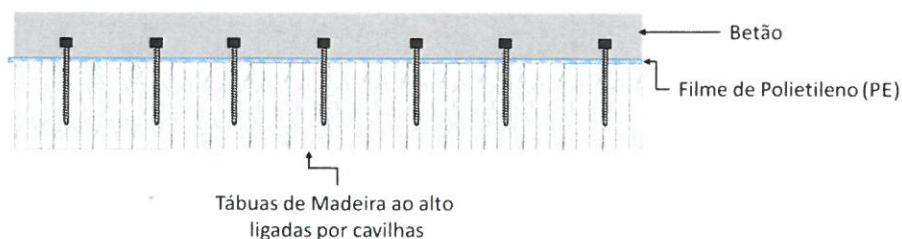


Figura 2.10 – Elemento estrutural compósito madeira-betão

⁵ Madeira microlaminada

nm
Kryz
Gibson H. S.

O presente produto pretende ser desenvolvido com base no conceito de kit, em que todos os componentes, à parte da madeira de criptoméria (cavilhas, betão, filme de PE), poderão ser adquiridos pelo cliente mediante as especificações constantes da ETA. Um produto deste tipo é geralmente abrangido por um sistema de AVR 1 ou 2+. O controlo de produção deverá considerar a classificação (visual ou mecânica) dos elementos de madeira, a avaliação da qualidade dos ligadores, incluindo possíveis ligações de topo entre elementos (caso existam *finger joints*). O quadro 2.3 apresenta as características de desempenho que poderão constar de um EAD aplicável a este produto. A elaboração da ETA (documento similar a um relatório de tipo no âmbito de normas harmonizadas) é da responsabilidade de organismos de Avaliação Técnica Europeu (OAT) habilitados a emitir ETA⁶.

Quadro 2.3– Características de desempenho passíveis de serem incluídos num EAD

Características de desempenho
Resistência mecânica e estabilidade Comportamento à flexão estática, compressão, tração, corte. Capacidade resistente de ligadores Estabilidade dimensional Fluência e duração das ações Qualidade da colagem
Segurança face a incêndio Reação ao fogo Resistência ao fogo
Higiene, saúde e ambiente Permeabilidade ao vapor de água Substâncias perigosas
Segurança e acessibilidade na utilização Incluídas nas relativas a resistência e estabilidade (ver acima)
Proteção contra o ruído Isolamento a sons aéreos Isolamento face a sons de percussão
Economia de energia e isolamento térmico Condutibilidade térmica

De forma indicativa poderá prever-se que o controlo de produção em fábrica contemple:

- Designação e identificação clara do produto, matérias-primas e componentes.
- Procedimentos e instruções trabalho relativas a controlo das matérias primas e componentes e ensaios realizados em fábrica ou subcontratados a outros.
- Data de fabrico do produto e garantia de rastreabilidade.
- Resultados de controlo (ensaios de rotina e de verificação) e comparação com requisitos quando os haja.

⁶ <https://www.eota.eu/en-GB/content/how-to-find-a-tab/55/>

nm
Kge
Luis ilias

2.1.4. Vigas tipo I

As vigas I de madeira não se encontram abrangidas pela normalização europeia, tendo até recentemente sido incluídas no ETAG 011 “vigas ou colunas leves de derivados de madeira”. No entanto, atualmente a marcação CE deste tipo de produtos terá de passar pelo pedido de emissão e posterior publicação de um EAD, o qual será usado como suporte a uma ETA.

No presente caso, a solução proposta irá passar por vigas I compostas (utilizando espécies de madeira existentes na Região Autónoma dos Açores), figura 2.11.

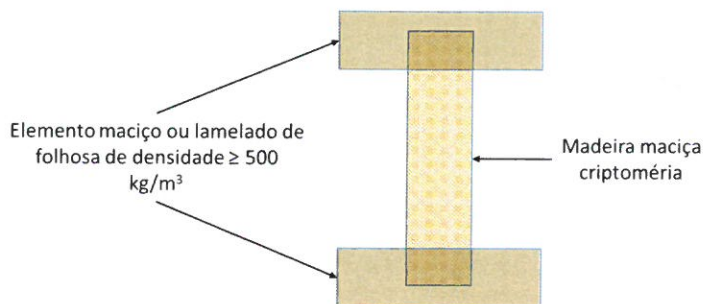


Figura 2.11– Elemento estrutural do tipo viga-I

Tendo em vista a elaboração de um relatório produto-tipo, a avaliação deve ser conduzida considerando:

- O fabricante deverá definir a utilização final das vigas I.
- A definição dos ensaios a realizar deve assegurar a caracterização completa do produto, incluindo os componentes (e.g. classificação para fins estruturais da madeira maciça utilizada na alma e nos banzos e o tipo de cola, caso utilizada, tendo em consideração a classe de serviço), a ligação alma-banzo e o comportamento global do elemento final.

A Tabela 2.4 indica algumas características de desempenho que podem vir a ser declaradas num futuro EAD.

ngm
Kaze
Carla da Silva

Quadro 2.4 – Características de desempenho passíveis de serem incluídos num futuro EAD

Características de desempenho
Resistência mecânica e estabilidade Comportamento à flexão estática, compressão, tração, corte (banzos e alma ou conjunto) Capacidade resistente das ligações Estabilidade dimensional Fluência e duração das ações Comportamento dos "finger joints" (caso existam)
Segurança face a incêndio Reação ao fogo Resistência ao fogo
Higiene, saúde e ambiente --
Segurança e acessibilidade na utilização Incluídas nas relativas a <u>resistência e estabilidade</u> (ver acima)
Proteção contra o ruído --
Economia de energia e isolamento térmico --

De forma indicativa poderá prever-se que o controlo de produção em fábrica inclua:

- Designação e identificação clara do produto, matérias-primas e componentes.
- Procedimentos e instruções trabalho relativas a controlo das matérias primas e componentes.
- Ensaio realizados em fábrica ou subcontratados a laboratórios externos.
- Data de fabrico do produto e garantia de rastreabilidade aos controlos efetuados no controlo de produção.
- Resultados de controlo (ensaio de rotina e de verificação) e comparação com requisitos quando os haja. No caso destes produtos, o tipo de ligação (colada ou mecânica) entre elementos condiciona o tipo de controlo de produção em fábrica a implementar.

A figura 2.12 apresenta um exemplo de um sistema, já existente no mercado, de pavimento baseado em vigas I produzidas com base em madeira maciça e derivados de madeira.

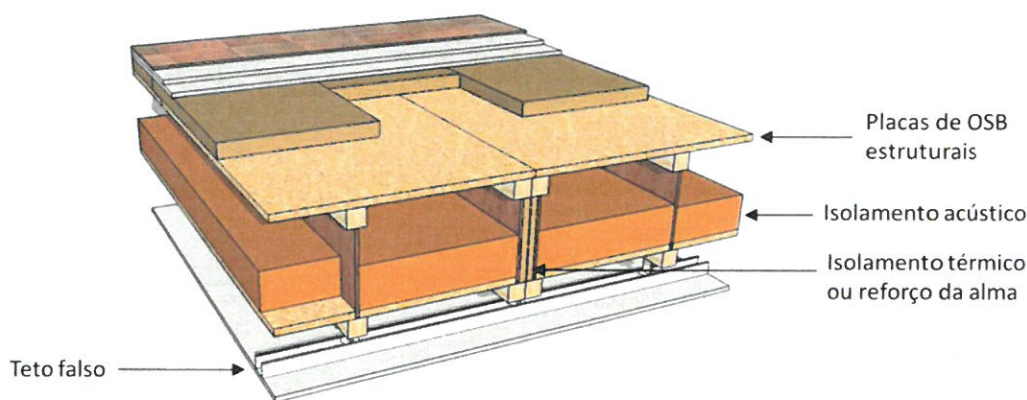


Figura 2.12– Exemplo de utilização de vigas I em soluções de piso (sistema STEICOjoist)

2.2. Produtos não estruturais (revestimentos) utilizando o potencial de madeira densificada

A utilização não estrutural de madeira de criptoméria poderá passar por produtos de revestimento de piso e paredes interiores ou exteriores. Estes dois tipos de aplicação estão cobertos por normas harmonizadas: piso – EN 14342; paredes interiores ou exteriores – EN 14915.

Relativamente à utilização como revestimento de piso de interiores, a madeira de criptoméria apresenta uma massa volúmica média baixa (entre 280kg/m^3 e 400kg/m^3) a que corresponde uma dureza inferior a 10N/mm^2 , valor mínimo, indicativo, para um desempenho adequado em obra como revestimento de piso. A utilização em pisos passa, assim, obrigatoriamente pelo desenvolvimento de tecnologia (tratamentos ou modificação da madeira) que possibilite atingir uma dureza superior ou igual ao valor referência de 10N/mm^2 . No presente projeto encontra-se em curso um estudo preliminar da viabilidade de atingir um desempenho aceitável com recurso à densificação da madeira.

No caso da solução em avaliação, a viabilidade tem em conta a norma de produto aplicável, EN 13489, abrangendo revestimentos de piso possuindo uma lâmina de madeira de espessura $\geq 2,5\text{mm}$ colado a um substrato de madeira ou derivado de madeira, figura 2.13.

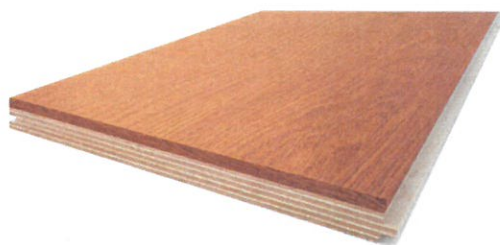


Figura 2.13 – Revestimentos de piso em madeira multicamada - EN 13489

No caso de produto destinado a revestimento interior ou exterior de paredes, estes encontram-se abrangidos pela referida EN 14915. Esta norma não abrange o sistema (fixações e desempenho do sistema de revestimento), sendo que caso o fabricante queira comercializar um

nm
Krye
Carlos da Silva

sistema de revestimento poderá basear-se no EAD 090062-00-0404 "Kits for external wall claddings mechanically fixed".

Quadro 2.5 – Características de desempenho passíveis de serem relevantes no caso de revestimento sujeito a avaliação segundo o EAD 090062-00-0404

Características de desempenho
Segurança face a incêndio Reação ao fogo Desempenho da fachada ao fogo Propensão para a incandescência contínua
Higiene, saúde e ambiente Permeabilidade ao vapor de água Emissão de substâncias perigosas
Segurança e acessibilidade na utilização Resistência a ações do vento Resistência ao impacto Resistência da régua de revestimento Resistência da ligação perfil - suporte
Proteção contra o ruído Isolamento a sons aéreos
Economia de energia e isolamento térmico Condutibilidade térmica
Durabilidade Estabilidade dimensional Resistência a ações químicas e biológicas

De forma indicativa poderá prever-se que o controlo de produção em fábrica inclua:

- Designação e identificação clara do produto, matérias-primas e componentes.
- Procedimentos e instruções trabalho relativas a controlo das matérias primas e componentes.
- Ensaio realizados em fábrica ou subcontratados a outros.
- Data de fabrico do produto e garantia de rastreabilidade aos controlos efetuados no controlo de produção.
- Resultados de controlo (ensaio de rotina e de verificação) e comparação com requisitos quando os haja. No caso destes produtos o tipo de ligação entre elementos irá condicionar o tipo de controlo de produção em fábrica a implementar.
- Um parâmetro importante a considerar é a qualidade da colagem, nomeadamente durabilidade quando sujeita a imposição de ambientes extremos (e.g. 20°C±2°C de temperatura e 30%±5% de humidade relativa e 20°C±2°C de temperatura e 85%±5% de humidade relativa).

nm
Kanga
C. H. H.

3. Comentários finais

O presente relatório complementa os estudos atualmente em curso no LNEC e no SerQ e que pretendem demonstrar a viabilidade técnica de soluções para a construção com base na madeira de criptoméria. As referidas soluções encontram-se num nível de TRL (Technology Readiness Level) 4 a 6, sendo a responsabilidade da plena validação experimental ou numérica das soluções e a implementação das condições necessárias para a sua comercialização das empresas que as venham a adotar, atingindo deste modo o TRL 9 (sistema real finalizado e qualificado).

Os procedimentos e indicações fornecidas relativas à possível marcação CE dos produtos devem ser vistos como indicativos, devendo qualquer fabricante que se proponha a levar ao mercado uma das soluções apontadas consultar os documentos normativos aplicáveis e, quando exigido, consultar um Organismo Notificado de Certificação ou de ensaio para estabelecimento dos passos específicos a seguir para atingir esse objetivo.

Sexta, 6 de novembro de 2019

Handwritten signature in the top right corner.

Handwritten signature of José Saporiti Machado.

José Saporiti Machado

Handwritten signature of Sofia Knapic.

Sofia Knapic

Handwritten signature of Carlos Martins.

Carlos Martins



GOVERNO
DOS AÇORES



UNIÃO EUROPEIA

Fundo Europeu de
Desenvolvimento Regional

Referências bibliográficas

- EN 301:2017 – **Adhesives, phenolic and aminoplastic, for load-bearing timber structures. Classification and performance requirements.** Brussels: CEN.
- EN 338:2016 – **Madeira para estruturas. Classes de resistência.** Brussels: CEN.
- EN 350:2016 – **Durability of wood and wood-based products. Testing and classification of the durability to biological agents of wood and wood-based materials.** Brussels: CEN.
- EN 1912:2012+AC:2013 – **Structural Timber. Strength classes. Assignment of visual grades and species.** Brussels: CEN.
- EN 13489:2017 – **Wood-flooring and parquet. Multi-layer parquet elements.** Brussels: CEN.
- EN 14080:2013 – **Estruturas de madeira. Madeira lamelada colada. Requisitos.** Brussels: CEN.
- EN 14081-1:2016 – **Estruturas de madeira – madeira com secção retangular classificada segundo a resistência – Parte 1: requisitos gerais.** Brussels: CEN.
- EN 14081-2:2018 – **Estruturas de madeira – madeira com secção retangular classificada segundo a resistência – Parte 2: classificação mecânica: requisitos adicionais para ensaio de tipo inicial.** Brussels: CEN.
- EN 14081-3:2012+A1:2018 – **Timber structures - Strength graded structural timber with rectangular cross section - Part 3: Machine grading; additional requirements for factory production control.** Brussels: CEN.
- EN 14342:2013 – **Revestimentos de piso de madeira – Caracterização, avaliação da conformidade e marcação.** Brussels: CEN.
- EN 14915:2013+A1:2017 – **Lambris e painéis de madeira maciça – Caracterização, avaliação da conformidade e marcação.** Brussels: CEN.
- EN 15228:2009 – **Structural timber. Structural timber preservative treated against biological attack.** Brussels: CEN.
- EN 15425:2017 – **Adhesives. One component polyurethane (PUR) for load-bearing timber structures. Classification and performance requirements.** Brussels: CEN.
- EN 15497: 2014 – **Madeira maciça estrutural com ligações de entalhes múltiplos. Requisitos de desempenho e requisitos mínimos de produção.** Brussels: CEN.
- EN 16351:2015 – **Estruturas de madeira. Madeira lamelada cruzada colada. Requisitos.** Brussels: CEN.
- MARTINS, Carlos E. de J., 2019 - **Avaliação estrutural de elementos de madeira lamelada colada.** Teses de doutoramento, Coimbra: Universidade de Coimbra.
- NP 4305:1995 – **Madeira serrada de pinheiro bravo para estruturas. Classificação visual.** Instituto Português da Qualidade, 2018.
- NP 4544:2015 – **Madeira serrada de criptoméria para estruturas. Classificação visual para fins estruturais.** Instituto Português da Qualidade, 2018.

nm
Kage
Carlos N. A. 1/1

NP EN 1912:2013 – **Madeira para estruturas; Classes de resistência. Atribuição de classes de qualidade e espécies.** Instituto Português da Qualidade, 2013.

NP EN 335:2018 – **Durabilidade da madeira e de produtos derivados de madeira. Classes de risco: Definições, aplicação à madeira maciça e a produtos derivados de madeira.** Instituto Português da Qualidade, 2018.

RPC – **Regulamento dos Produtos de Construção. Regulamento (EU) nº 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 de março de 2011.**