



A RIQUEZA DAS MADEIRAS PORTUGUESAS.

GUIA DE UTILIZAÇÃO E PRODUTOS



aimmp

Associação das Indústrias de Madeira
e Mobiliário de Portugal



sobre a riqueza das madeiras portuguesas e, dessa forma, facilitar a inovação e o desenvolvimento no nosso sector.

Esta antologia das madeiras nacionais vai servir, com toda a certeza, para dar a conhecer, valorizar e promover o uso das madeiras e dos produtos de madeira, especialmente em utilizações de maior valor acrescentado, bem como transmitir às nossas empresas, de forma agregada e sistemática, conhecimentos técnicos e científicos que permitam:

- Despertar a inovação, o design, a criatividade e o uso das madeiras nacionais numa perspectiva de moda, funcionalidade, sustentabilidade, proteção do ambiente e de proteção das alterações climáticas, redução das importações e dinamização da economia portuguesa;
- Informar sobre os usos e propriedades da madeira e seus produtos, tanto à sociedade em geral, como a nível profissional e académico;
- Aumentar a utilização de madeira e produtos de madeira na construção, tanto em obras privadas como na construção pública;
- Incentivar e promover a fileira florestal portuguesa através da valorização, promoção e utilização da madeira em edificações;
- Aproximar a produção das nossas empresas à normalização dos seus produtos e promover a informação e disseminação de documentos normativos em preparação e/ou em vigor.

Pretendemos, em última instância, que as madeiras nacionais e as suas indústrias sejam uma referência de Portugal, quer ao nível interno, quer nos mercados internacionais.

Com 58 anos de história, esta associação continua a incentivar a plantação de árvores, a valorizar a floresta, a fomentar o conhecimento e a edição de livros, a defender e apoiar as nossas indústrias e a promover as exportações do nosso sector.

Por último, deixo uma palavra de gratidão e apreço ao Senhor Eng.^o José António dos Santos e a todos quantos produziram e produzem conhecimento sobre um dos materiais mais nobres do nosso planeta, a madeira.

Vítor Poças
Presidente da Direção

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	11
2. PRODUTOS	17
2.1 Embalagens de madeira	19
2.2 Plataformas de carga (paletes)	24
2.3 Carpintaria	31
2.4 Revestimentos de piso interior	33
2.5 Revestimentos de piso exterior (decks)	34
2.6 Revestimento de paredes	38
2.7 Critérios de aceitação e rejeição de madeiras de resinosas em aplicações de revestimentos de parede e piso	40
2.8 Vedações / portões	43
2.9 Construção - Estruturas maciças	44
2.10 Estruturas lamelado-colado	46
2.11 Estruturas decorativas e proteções no exterior (pérgulas)	49
2.12 Tanoaria	50
2.13 Cozinhas	52
3. MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA	59
3.1 Limpeza dos revestimentos de madeira	61
3.2 Limpeza e manutenção dos revestimentos de derivados	63
3.3 Proteção superficial de madeiras aplicadas no exterior	63
4. MARCAÇÃO CE PARA OS PRODUTOS DA CONSTRUÇÃO	69
4.1 Norma harmonizada placas de derivados de madeira - NP EN 13986:2010-pt	74
4.2 Norma harmonizada revestimento de pisos - EN 14342	75
4.3 Norma harmonizada relativa à utilização da madeira	76

para fins estruturais – EN 14081-1:2005	
4.4 Norma harmonizada relativa à madeira lamelada-colada - EN 14080:2013	77
5. VANTAGENS AMBIENTAIS E ARMAZENAMENTO DE CARBONO	79
6. MADEIRAS PORTUGUESAS NA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES	85
7. CICLOS DE VIDA DOS PRODUTOS DE MADEIRA E DERIVADOS	93
8. MADEIRA PARA ENERGIA	97
9. TERMINOLOGIA DE MADEIRAS E PRODUTOS	103
10. BIBLIOGRAFIA	109
11. ÍNDICE REMISSIVO	117

1



INTRODUÇÃO



A utilização de qualquer material deve ser ponderada tomando em consideração as propriedades próprias desse material, mas também o tipo de produto que se fabrica e ainda as condições de utilização. Para o caso da madeira e dos derivados de madeira, não é diferente a exigência de cumprimento de todos os critérios conhecidos. Para materiais naturais, à ponderação e combinação dos critérios anteriormente referidos junta-se ainda a grande oferta de espécies e ainda a variabilidade própria de cada uma delas. Duas peças idênticas, feitas de uma mesma espécie de madeira, podem apresentar na realidade comportamentos diferentes, porque entram também em jogo singularidades e/ou defeitos que podem alterar ligeiramente as propriedades e o desempenho. Por este motivo a avaliação feita para materiais deste tipo requer conhecimento e experiência e um grau de tolerância aos possíveis desvios que se deve quantificar logo à partida.

No que diz respeito aos materiais derivados da madeira, o assunto torna-se mais simples, pelo motivo de serem materiais industriais sobre os quais já é possível definir uma relação entre a tecnologia de fabrico e as propriedades finais exibidas pelos produtos.

Neste volume da série “A Riqueza das Madeiras Portuguesas” faz-se uma abordagem por utilização final. Ou seja, parte-se das particularidades próprias e das exigências de desempenho do produto na sua utilização satisfatória, fazendo-se depois a recomendação do material mais adequado, quer ao nível da espécie de madeira quer do tipo de material derivado.

Uma má escolha de um material para um determinado fim para o qual não tem aptidão tem sempre como consequência a insatisfação do utilizador final e prejuízo para a imagem do material utilizado. Neste sentido, tanto é útil recomendar o uso da madei-

ra e derivados da madeira no fabrico de certos produtos, como é do mais elementar bom senso desaconselhar o uso da madeira e/ou seus derivados naquelas situações e produtos que o conhecimento e experiência indicam que não dão a necessária satisfação, tanto no imediato como a longo prazo.

A abordagem desta publicação relativamente às recomendações de utilização da madeira é feita essencialmente com base em normas de produto e recomendações das boas práticas. Pretende-se incentivar a utilização da madeira mas com a garantia de sucesso ou pelo menos condicionar os produtos e as situações de aplicação.

Na figura 1 apresenta-se uma indicação simplificada da vasta gama de produtos de madeira que têm aplicação na construção.

Figura 1

Componentes da construção tradicionalmente fabricados em madeira.



2

PRODUTOS





Nos itens desta secção identifica-se um produto que seja possível fabricar em madeira ou derivados de madeira, seguindo para a definição de um conjunto de regras que permitam fazer as melhores escolhas do material ou até das suas tecnologias de fabrico, por exemplo, a formulação das colas, os acabamentos e utilizar, etc.

Dentro da infinidade de produtos finais que se podem fabricar em madeira e derivados de madeira serão apenas objeto de análise aqueles que constituem grandes cadeiras de produção e que já foram objeto de estabelecimento de normas ou regras de boas práticas.

2.1 EMBALAGENS DE MADEIRA

A embalagem de madeira teve uma importância fundamental no passado recente, estando na origem da indústria da madeira com capacidade de exportação em Portugal. Durante a fase final da 2ª Guerra Mundial os mercados fornecedores de madeira tradicionais encontravam-se em regiões envolvidas no conflito, pelo que um grupo de industriais portugueses viu a oportunidade de desenvolvimento de uma indústria de embalagem de fruta (laranjas e tomate), evoluindo depois para outros produtos. Portugal tinha na altura as matérias-primas adequadas para o tipo de embalagem pretendida, pinho-bravo e choupo, tendo rapidamente desenvolvido a indústria de apoio, incluindo a metalomecânica para produção de equipamentos.

No final do século XX a embalagem de madeira natural (caixa) foi gradualmente perdendo importância para a embalagem plástica e de alguns derivados da madeira. Ficou ainda com um importantíssimo setor que é o das embalagens estruturais, as plataformas de carga, vulgarmente designadas por paletes.

As paletes e caixas de madeira são mais económicas do que as de metal ou plástico e podem ser facilmente reparadas, recicladas ou eliminadas localmente no fim do ciclo de vida sem necessidade de cuidados de um operador autorizado para resíduos “perigosos”.

Mas, no entanto, são apontadas às paletes e às embalagens de madeira, relativamente às de outros materiais concorrentes, as desvantagens de maior suscetibilidade à sujidade e possibilidade de desenvolvimento de fungos, em particular quando na presença de água e/ou muita humidade. A madeira é mais difícil de limpar. Mesmo assim a indústria de fabrico de paletes tem sabido adaptar-se e superar os inconvenientes, valorizando as vantagens da madeira como embalagem resistente e de custo mais acessível relativamente aos materiais concorrentes.

A norma Europeia EN 12246:1999 *Classificação da qualidade de madeira serrada para paletes e embalagem*, define os critérios de classificação que permitem estabelecer os padrões mínimos da qualidade da madeira a ser usada no fabrico de embalagens industriais e paletes reutilizáveis. São definidas duas classes, P1 e P2, baseadas em requisitos mínimos resultantes de classificação visual, tendo em conta essencialmente aspetos da estrutura, singularidades da madeira e defeitos, como sejam, nós, fendas, manchas, empenos, degradação biológica e ainda defeitos de preparação industrial.

Considera-se que a classificação visual nas duas classes, P1 e P2, é suficiente para uso geral de embalagens industriais e paletes reutilizáveis. Para utilização desta norma é necessário recorrer a outras normas Europeias, como a que estabelece as dimensões dos componentes, as singularidades e ataque biológico, medidas de acordo com a EN 1309-1, EN 1310 e EN 1311.

A escolha entre P1 e P2 depende dos requisitos definidos em outras normas pré-existentes ou em detalhes de exigência estabelecidos nos contratos. As duas classes são consideradas como madeira aceite pelas exigências da norma. Qualidade abaixo da classificação P1 e P2 pode ser utilizada para embalagem perdida, dependendo dos acordos entre fornecedor e utilizador. Tudo depende das características gerais da espécie, da sua origem e do grau de exigência da utilização final.

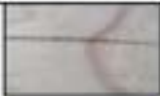
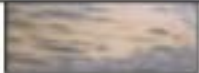
Num estudo realizado recentemente foi feita a recolha de duas amostras de 200 réguas de pinho-bravo de madeira que se encontrava em produção, de duas diferentes origens (centro e sul de Portugal). Foi feita a separação por cada uma das classes de qualidade, P1 e P2, e realizados ensaios físicos e mecânicos, o que permitiu uma avaliação estatística de representatividade real da madeira em uso no nosso país (pinho bravo). Mais de 85 % correspondia à classe P1, 16 % à classe P2 e menos de 1 % não cumpria nenhuma destas classes.

No Quadro I encontra-se um resumo do conteúdo da norma, completado com exemplos visuais dos defeitos ou singularidades usados para a classificação. A classe P1 representa uma escolha mais exigente quanto à presença de singularidades e defeitos da madeira, enquanto a classe P2 é ligeiramente mais permissiva quanto à dimensão e incidências dos fatores de avaliação.

Critério	Classe P1	Classe P2	Exemplos
Nós	Os nós devem ser medidos de acordo com o ponto 4.1.2 da EN 1310:1997. Não são considerados os nós nos cantos nem os menores de 10 mm. Grupos de pequenos nós devem ser considerados como um único nó individual.		—
Nó aderente ou parcialmente aderente à madeira	$\varnothing \leq 33\%$ da largura da peça	$\varnothing \leq 60\%$ da largura da peça	
Nó soltadiço	$\varnothing \leq 20\text{ mm}$	$\varnothing \leq 30\text{ mm}$	
Nó podre	$\varnothing \leq 20\text{ mm}$	$\varnothing \leq 30\text{ mm}$	
Nós em orelhas de lebre	Permitidos	Permitidos	
Medula aparente	Permitida numa face	Permitida numa face	
Medula inclusa	Permitido	Permitido	
Fendas	As fendas são tidas em conta nas superfícies dos topos, nas faces e nos cantos. Devem ser medidas de acordo com a norma EN 1310.		—

Quadro I

Requisitos mínimos de qualidade segundo o estabelecido na norma EN 12246.

Critério (continuação)	Classe P1	Classe P2	Exemplos
Fenda de face	Permitida ⁽¹⁾	Permitida ⁽¹⁾	
Fenda repassada	1 fenda na régua com comprimento ≤ 1 largura	1 fenda na régua com comprimento ≤ 2 larguras	
Fenda repassada (nos barroteiros ou blocos)	Não permitido	Não permitido	---
Bolsa de resina	Permitido numa única face	Permitido numa única face	
Casca inclusa	Não permitido	Não permitido	
Azulamento	Ver referência ⁽¹⁾		
Alterações biológicas excepto azulamento	Não permitido	Não permitido	
Madeira infestada	Não permitido	Não permitido	

Critério (continuação)	Classe P1	Classe P2	Exemplos
Orifícios de bordo escuro	Permitido até 5 orifícios de diâmetro ≤ 3mm	Permitido até 5 orifícios de diâmetro ≤ 3mm	
Descaio (sem casca) ⁽³⁾	Deverá ser medido de acordo com o ponto 4.8 da Norma EN 1310:1997.		
	Permitido até 25 % no comprimento da peça, até 33 % da espessura e em ambos os lados de uma face se ≤ 10 mm de cada lado	Permitido até 30 % no comprimento da peça, até 50 % da espessura e em ambos os lados de uma face se ≤ 20 mm de cada lado	
Nota 2 – O teor de água da madeira pode ter importância na utilização de paletes e embalagens, pelo que os requisitos podem ser especificados em produtos normalizados ou por contrato. Nota 3 – Abaixo de 20 % de teor de água o risco de biodegradação é mínimo.			

2.2 PLATAFORMAS DE CARGA (PALETES)

As paletes e embalagens, de qualquer material, devem preencher alguns requisitos funcionais. Estes requisitos têm de ser verificados através de ensaios ou outros meios adequados. A norma EN 12246:1999-en *Quality classification of timber used in pallets and packaging* define as classes de qualidade de madeira usada em embalagens industriais e paletes reutilizáveis. São definidas duas classes P1 e P2 baseadas em requisitos mínimos resultantes de classificação visual. A escolha entre P1 e P2 depende dos requisitos definidos em normas pré-existentes ou em contratos estabelecidos entre fornecedor e consumidor final. O resumo dos critérios é o mesmo do já apresentado no Quadro I.

São várias as normas internacionais com aplicação em paletes e embalagens, tanto na avaliação da madeira como dos produtos já

montados. De seguida estão listadas as normas mais relevantes fazendo-se um breve resumo do seu conteúdo e campo de aplicação.

NP EN 844-6 Madeira redonda e serrada - Terminologia - Parte 6: Termos relativos às dimensões da madeira serrada.

EN 844-9 Madeira redonda e serrada - Terminologia - Parte 6: Termos relativos às singularidades da madeira serrada

EN 12246:1999 - Classificação por qualidade da madeira serrada para fabrico de paletes e outra embalagem.

Tal como referido anteriormente, esta norma define as classes de qualidade de madeira usada em embalagens industriais e paletes reutilizáveis. São definidas duas classes P1 e P2, baseadas em requisitos mínimos resultantes de classificação visual. A classificação tem por base defeitos ou singularidades, tais como dimensão e posição dos nós, fendas, degradação biológica.

EN 12248:1999 - Madeira serrada para fabrico de embalagem industrial - Desvios permitidos e dimensões preferenciais. Esta norma estabelece os desvios permitidos em largura e espessura relativos à medição da madeira serrada a utilizar no fabrico de embalagens industriais. Os desvios admitidos são os resultantes das operações de serragem e processamento e apresentam-se de seguida no Quadro II.

Dimensões	Desvios permitidos (mm)
Espessura e/ou largura ≤ 100 mm	+3
	-1
Espessura e/ou largura ≥ 100 mm	+4
	-2
Comprimento	+1
	-3

Quadro II
Dimensões e respetivos desvios permitidos (EN 12248:1999).

A norma estabelece ainda uma gama de dimensões preferenciais de largura em função da espessura da madeira serrada.

EN 12249:1999 - Madeira serrada para fabrico de paletes - Desvios permitidos e indicações para dimensões preferenciais.

Esta norma estabelece duas classes de desvios permitidos relativamente às dimensões pretendidas de espessura, largura e comprimento das madeiras serradas para fabricação de embalagens. Recomenda ainda as dimensões da madeira serrada para esta finalidade.

Os desvios permitidos referem-se à espessura e largura da secção transversal e do comprimento de cada peça, e são os resultantes das operações de processamento e serragem da madeira. No Quadro III e IV indicam-se as classes estabelecidas e os respectivos desvios.

Quadro III
Secção transversal e respectivos desvios permitidos (EN 12249:1999).

Secção Transversal	Classe A	Classe B
Espessura e/ou largura ≤ 100 mm	+1	+3
	-1	-1
Espessura e/ou largura ≥ 100 mm	+1,5	+4
	-1,5	-2
Caso particular: Blocos (todas as dimensões) Barrotes (secção transversal)	+1,5	+1
	-1,5	-3

Quadro IV
Desvios permitidos no comprimento (EN 12249:1999).

Dimensão	Classe A	Classe B
Comprimento do componente (mm)	+0	+1
	-2	-3

A norma estabelece ainda as dimensões de largura tradicionais da madeira serrada usada em paletes em função da espessura.
EN 13382:2002 - Paletes simples para movimentação de materiais - Dimensões principais.

Esta norma europeia especifica as principais dimensões e tolerâncias para paletes simples e de duplo estrado, não reutilizáveis, de todos os tipos, para transporte de bens, mas concebidas para serem movimentadas por empilhadoras e outros equipamentos apropriados.

Dependendo do uso final e dos ensaios especificados na NBR ISO 8611, tais paletes destinam-se a ser empilhadas: a) Em armazém até um total de quatro; b) Em trânsito até duas.

EN 13545:2002 - Superestruturas de paletes - taipais de paletes - Métodos de ensaio e requisitos de desempenho.

Esta norma especifica métodos de ensaio e requisitos de desempenho para taipais de paletes reutilizáveis de madeira e derivados. Existem duas categorias de construções: Classe 1 - taipais de paletes com finalidades gerais; Classe 2 - taipais ligeiros para paletes.

EN 13698-1:2003 - Especificação de produção de paletes - Parte 1: Especificação de Construção para paletes planas de madeira com dimensões de 800 x 1200 milímetros.

Esta norma europeia especifica as características de fabricação de paletes simples reutilizáveis de madeira com dimensões de 800 x 1200 milímetros, de duplo estrado, não reversíveis, de 4 entradas, de 9 blocos, apropriadas para transporte, armazenamento, manuseio de cargas. A norma refere também alguns

requisitos para a fabricação e marcação, abordando também a questão da segurança.

NP 4487:2012 - Madeira e embalagens de madeira de Resinosas. Tratamento fitossanitário pelo calor para eliminação do nemátode da madeira do pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*) e outros organismos prejudiciais

Esta norma portuguesa define os procedimentos de tratamento fitossanitário pelo calor - choque térmico, com vista à eliminação do nemátode da madeira do pinheiro em madeiras serradas, paletes e outras embalagens de Espécies Resinosas. Destina-se a madeiras para qualquer uso, com espessura superior a 6 mm, incluindo madeiras de embalagens fabricadas ou reparadas, desde que provenientes de países onde comprovadamente ocorre o nemátode (NMP). É também destinada a embalagens em circulação que cumpram o especificado na norma ISPM 15.

Para além de termos e definições relacionados com o âmbito da norma, são definidos os requisitos e equipamentos necessários para efetuar o tratamento, o tipo de registo, o tempo de tratamento e respetivas temperaturas bem como a marcação por parte dos operadores económicos autorizados.

ISO 8611-1:2011 - Paletes para manuseamento e transporte de materiais - Paletes planas - Parte 1: Métodos de Ensaio. Não se aplica a paletes com superestrutura fixa ou de recipiente rígido adicional, que contribuam para o aumento de resistência da paleta.

Os ensaios especificados nesta norma estão divididos nos seguintes grupos:

- ensaios de carga nominal;
- ensaios de carga máxima em serviço;
- ensaios de comparação de durabilidade.

A norma começa por definir a grau de precisão dos equipamentos e das medições para realização dos ensaios, assim como os valores de cargas a aplicar.

Um primeiro ensaio diz respeito à resistência à flexão e rigidez à flexão dos vários componentes da paleta, tanto as réguas do estrado como as travessas. Estão ainda previstos ensaios de durabilidade que consistem essencialmente em ensaios de queda de pesos sobre o estrado ou queda da própria paleta sobre os seus cantos. Uma parte dos ensaios de carga estática são realizados sobre apoios nos blocos laterais (8.1), e outros ensaios são realizados com uma simulação como se a paleta se encontrasse colocada sobre os garfos de um empilhador (8.2).

Outro grupo de ensaios diz respeito a aplicação de cargas de compressão sobre os blocos ou barrotes (8.3).

Na secção (8.5) desta norma especifica-se o método de ensaio à flexão das réguas do estrado inferior.

Na secção (8.6) especifica-se o ensaio de flexão com apoio nas abas laterais das réguas do tambo da paleta.

Na secção (8.7) especifica-se o ensaio de queda livre de uma massa contida num saco, deixado cair sobre o tampo da paleta de uma determinada altura.

Na secção (8.8) especifica-se o procedimento de ensaio para carga tangencial ao plano da palete (ensaio de corte da paleta).

Na secção (8.9) especifica-se o procedimento de ensaio de queda da paleta sobre um dos seus cantos.

Na secção (8.10) especifica-se o ensaio de impacto sob forças tangencial ao plano do tampo.

Na secção (8.11) especifica-se o ensaio de resistência do tampo aos impactos dos garfos de um empilhador.

Na secção (8.12) especifica-se um ensaio simulando o impacto sob forças tangencial sobre um canto superior do tampo da paleta, simulando o impacto dos garfos de um empilhador.

Outros ensaios como o atrito dos garfos do empilhador ou o deslizamento em plano inclinado são também especificados nas secções (8.13 e 8.14).

ISO 8611-2:2011 - Paletes para manuseamento e transporte de materiais - Paletes planas - Parte 2: Requisitos de desempenho e seleção dos ensaios.

Esta norma define as cargas limites para os ensaios descritos na Parte 1 da mesma norma, indicando as cargas máximas e os tempos de aplicação em função dos materiais de que é feita a paleta ou os seus componentes e ainda as deformações instantâneas e permanentes permitidas.

ISO 8611-3:2011 - Paletes para manuseamento e transporte de materiais - Paletes planas - Parte 3: Cargas máximas permitidas em serviço.

Nesta norma encontram-se definidas as cargas máximas permitidas durante o uso das paletes, para paletes simples em diferentes condições de utilização, como por exemplo: utilização violenta; utilização com garfos de empilhador; empilhamentos; transportadores de via dupla; e suspensão pelas abas; ou várias combinações destas solicitações.

2.3 CARPINTARIA

Inclui-se na designação de carpintaria as aplicações em construção de edifícios tais como portas e aros de portas, janelas e aros de janelas, portadas, outras guarnições.

Para esta aplicação tomou-se como ponto de partida as exigências já há muito definidas por especialistas (Carvalho, 1970), perfeitamente válidas. Referem-se de seguida os princípios básicos preferenciais:

- Elevada estabilidade dimensional para as variações de humidade ambiente.
- Facilidade de laboração e de acabamento: ausência de defeitos que dificultem o corte, como nós grandes; bolsas de resina; fio diagonal; irregularidades de crescimento; fio revesso; baixa abrasividade.
- Bom aspeto decorativo e/ou boa recetividade aos produtos de acabamento, tintas e vernizes.
- Elevada durabilidade natural; utilização do cerne de espécies duráveis, ou facilidade de impregnação com produtos preservadores.
- Boa aptidão à fixação de elementos de fixação metálicos. Elevada coesão transversal.

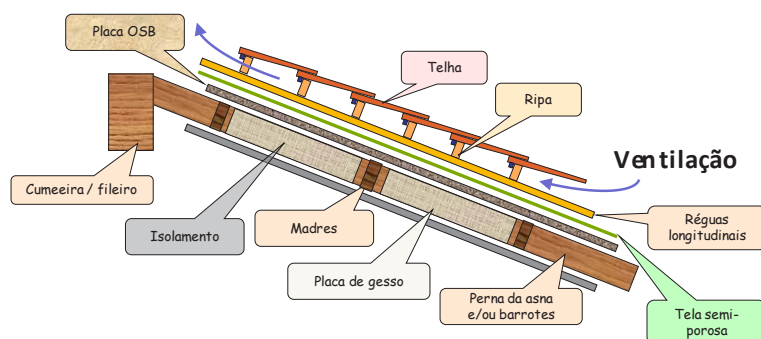
Dentro das madeiras portuguesas as que melhor cumprem estes requisitos são: pinho bravo com baixa densidade; castanho; carvalho; casquinha; cipreste do Buçaco, acácia, freixo.

Sempre que não haja normas Europeias ou nacionais específicas com indicações detalhadas é de boa prática o seguimento destas recomendações.

Uma das aplicações de madeiras em carpintarias na construção é na estrutura de coberturas. As soluções com madeira continuam a ser muito competitivas e interessantes, tendo em conta custos e peso próprio da estrutura, mas há absoluta necessidade de seguir as melhores regras de conservação das madeiras. Tendo em conta que um dos maiores inimigos da conservação da madeira é o contacto prolongado com a água, as soluções construtivas devem passar por facilidade de ventilação, bom dimensionamento e escolha das espécies e materiais da qualidade mais adequada. Um exemplo de aplicação com complemento de soluções de bom isolamento térmico é mostrado na figura 2.

Figura 2

Exemplo de uma solução construtiva para suporte de uma cobertura à base de madeira em combinação com outros materiais e isolamentos.



2.4 REVESTIMENTOS DE PISO INTERIOR

Norma Europeia sobre a classificação da qualidade da madeira para aplicação em obras de carpintaria e marcenaria, dando algumas informações úteis para as aplicações em revestimento de piso.
EN 942 - Timber in joinery —General classification of timber quality.

Esta norma especifica o método a ser utilizado para determinar as características e classificação da qualidade visual para madeira em marcenaria. Esta norma aplica-se a todos os itens completos de marcenaria, tais como portas, janelas e escadas, ou a partes individuais de marcenaria. Inclui madeira maciça, malhetes, aros e componentes laminados. Os temas relativos à influência das características da madeira sobre a resistência e durabilidade não são abordados nesta norma. Temas específicos relativos a janelas e portas serão cobertas por normas de produtos.

Para além dos critérios apontados, há por vezes a exigência do cumprimento de um parâmetro mecânico que é a dureza superficial da madeira. Isto pelo motivo da madeira apresentar alguma suscetibilidade à deformação permanentemente com pequenas pancadas e contacto com objetos pesados com saliências ou quinas vivas, sobretudo quando os esforços atuam nas direções transversais. Neste caso é feita a exigência da dureza Brinell.

O cálculo da dureza Brinell é realizado de acordo com a Norma EN 1534, consistindo na aplicação de uma força de 100 kgf através de uma esfera de 10 mm de diâmetro, durante quinze segundos. A força é mantida durante 25 segundos. Assim que a amostra é retirada da máquina de ensaio espera-se cerca de 3 minutos antes de efetuar a medição do diâmetro da mocha nas

direções paralela e perpendicular às fibras. Para obter um maior contraste da moessa nas amostras, utilizou-se papel químico entre a esfera e a madeira.

Realizam-se pelo menos meia dúzia de medições a distancias entre elas de mais de 200 mm, de acordo com a norma já referida. De acordo com a norma EN 13629: 2002 – *Wood flooring – Solid pré-assembled hardwood board*, que define uma classe livre de resistência à dureza, o valor de HB (dureza Brinell) dos vários pontos de medida, deverá apresentar uma média superior a 10 N.mm⁻². O pinho bravo cumpre o requisito anteriormente referido pois em muitos ensaios realizados pelo autor apresentou um valor médio de 18,5 MPa, a que corresponde uma resistência considerada moderada à dureza.

2.5 REVESTIMENTOS DE PISO EXTERIOR (DECKS)

As regras para aplicação de madeiras em revestimentos de piso no exterior ainda não estão contempladas por nenhuma norma Europeia. As exigências de qualidade passam inevitavelmente para durabilidade natural elevada ou então madeira que permita a impregnação com produtos de preservação. A madeira terá de ter uma elevada estabilidade dimensional e resistência mecânica para suportar os vãos entre régua de suporte e dureza superficial para não sofrer deformações por esmagamento

Não havendo regras definidas em normas europeias ou nacionais para a qualidade de madeira aplicada em decks, consideram-se os critérios de aceitação/rejeição, Quadro V, onde foram tomados em conta aspetos de carácter estético.

<u>Empeno em meia cana</u> Dependendo das condições ambientais este empeno pode aumentar e diminuir. No verão excepcionalmente prolongado com temperaturas elevadas e ar muito seco, os empenos atingem o seu máximo. No inverno estes empenos deverão diminuir ou desaparecer. Aceitável uma flecha central (largura entre 10 e 18 cm): ≤ 1,5 mm no Verão ≤ 0,5 mm no Inverno	 Exemplo de flecha de 2,5 mm
<u>Empenos em hélice</u> Este empeno acontece nas peças que contêm medula na sua zona central. Depende essencialmente das tensões de crescimento e retração diferenciada do lenho juvenil. Praticamente não se altera com as condições climáticas. Não devem ser aceites se ultrapassarem valores de 2 mm por metro longitudinal.	
<u>Fendas repassadas (rachas)</u> Fendas que atravessam toda a espessura da madeira. Estas fendas apresentam em geral aberturas muito elevadas, mas são graves sobretudo pela diminuição da resistência da própria madeira, para além do mau aspeto visual. Não devem ser aceites.	
<u>Fendas superficiais</u> As fendas superficiais são causadas pelas diferenças de retração entre a superfície e o interior. São inevitáveis em madeira de corte tangencial exposta ao exterior. Não aceitáveis esteticamente se em elevado número, grande extensão e elevada profundidade.	

Quadro V

Singularidades aceitáveis /
não aceitáveis.

<u>Exsudação de resina</u> Libertação de resina no estado líquido, em resultado de um primeiro aquecimento, quer em secador quer por condições naturais causadores de temperatura elevada. Após a sua libertação termina a sua saída. Não devem ser aceitáveis as <u>manchas</u> provocadas por resina seca. Nota: Uma reparação com limpeza da resina seca e aplicação de nova velatura constitui uma solução eficaz.	
<u>Variações de cor do acabamento final</u> após substituição de régua. Quando se realizam substituições de peças com algum defeito por régua novas a aplicação da mesma velatura pode levar a uma diferenciação de cor se o número de camadas aplicadas não for o mesmo da aplicação inicial ou se a madeira já tiver sido exposta a radiação solar intensa. Não devem ser aceites variações de cor que identifiquem de forma muito evidente as peças introduzidas de novo. Nota: Pequenas variações de cor são normais, quer devidas à própria madeira quer à alteração por envelhecimento natural.	
<u>Nós</u> Nós soltadiços, podres ou de grandes dimensões, ocupando mais de 30 % da largura de uma régua não devem ser aceites.	
<u>Fixação defeituosa</u> Uma das formas de fazer a fixação das régua de deck é através de parafusos passantes, aplicados perto dos extremos ou meio das peças. Se o aperto do parafuso for excessivo pode provocar o esmagamento e rachamento da madeira. Não deve ser aceitável, madeira esmagada a ponto de provocar rachas na sua continuidade.	

<u>Falta de parafusos</u> A simetria dos pontos de aplicação dos parafusos têm uma função estética. Não é aceitável a falta de parafuso.	
<u>Medula</u> A medula é uma singularidade da madeira, correspondente ao centro geométrico dos anéis de crescimento. Trata-se de ser um tipo de lenho de reduzida dureza e ser rodeada por madeira com grande tendência para empenos e fendilhação. A presença de medula na face de uma régua não deve aceitar.	
<u>Fendas superficiais</u> Aceitáveis esteticamente se em pequeno número, pequena extensão de cada fenda individual, e reduzida profundidade. Largura permitida $\leq 0,8$ mm	
<u>Nós</u> Os nós são singularidades que existem em todas as madeiras, pelo menos em zonas de antigas ramificações. Em madeiras Resinosas a sua presença repete-se em intervalos regulares, dependendo das condições de crescimento da própria árvore. Nós aderentes e sã, não ocupando mais do que 1/3 da largura da régua devem ser considerados aceitáveis.	

As regras de classificação da qualidade anteriormente referidas perdem quase todas sentido quando a madeira escolhida for de uma folhosa, tal como se apresenta no exemplo da figura 3 onde as régua são feitas de madeira de eucalipto. Esta espécie é praticamente isenta de nós mas tendo em conta a tendência para empenos, a solução passa por um diferente desenho, nomeadamente com régua mais estreitas e com sistemas mais eficazes de fixação (permitem algum movimento).

Figura 3

Exemplo de régua de deck com superfície antiderrapante, feitas em eucalipto e com um acabamento à base de óleo e pigmento mineral.



Para as madeiras expostas em contínuo a ambiente exterior com incidência direta da radiação solar e água da chuva, há toda a vantagem em fazer-se uma manutenção a cada dois anos. Para tal é recomendável a utilização de produtos de acabamento sem formação de película e que tenham o efeito de se pulverizar ao longo do tempo. No momento da manutenção basta uma ligeira limpeza por escovagem e faz-se a nova aplicação de óleo protetor, de preferência com pigmento.

2.6 REVESTIMENTO DE PAREDES

A norma harmonizada EN 14915:2013-en - *Solid wood panelling and cladding — Characteristics, evaluation of conformity and marking*, define as características necessárias para a aplicação da Madeira maciça no revestimento de paredes e tetos, permitindo a marcação CE dos produtos que cumpram as exigências definidas no anexo ZA, nomeadamente no que diz respeito às seguintes características:

- Reação ao fogo;
- Liberação de formaldeído
- Teor de pentaclorofenol;
- Permeabilidade ao vapor de água;
- Absorção de som;
- Resistência térmica;
- Resistência aos sistemas de fixação;
- Durabilidade (riscos de ataque biológico).

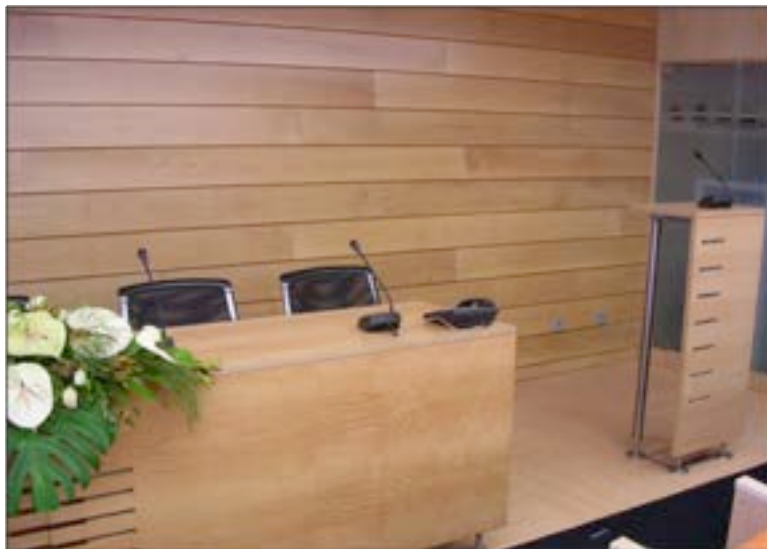
No que diz respeito à reação ao fogo, que traduz-se a resposta dos materiais ao ataque inicial do fogo e inclui parâmetros como o tempo de ignição, a velocidade de propagação do fogo, o calor total libertado e a emissão de fumos, entre outros, a exigência é a classe D-s2,d2, que significa (D) - material combustível, (s2) - produção média de fumos, (d2) - produção de partículas ou gotículas que ardem durante mais de 10 segundos. Também está definida a exigência da classe D-s2,d0, em que (d0) significa material que não liberta partículas ou gotículas incandescentes, quando a espessura total é de 12 mm e a mínima de 8 mm. A diferença entre d0 e d2 tem a ver com a espessura na zona de maior espessura e as espessuras nas zonas dos ranhurados ou encaixes (espessura mínima).

Outros aspetos têm a ver com o controlo de produção e com as regras de marcação CE, tais como o conteúdo e formato da etiquetagem.

A aplicação da madeira em revestimento interior de paredes tem as vantagens inigualáveis de qualidade de som (ausência de eco), o conforto visual (cores não agressivas) e isolamento térmico extremamente eficaz. Este tipo de revestimento interior é particularmente vantajoso em auditórios e salas de conferências como é o caso do exemplo mostrado na figura 4.

Figura 4

Exemplo de revestimento interior com madeira de faia numa sala de conferências.



2.7 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DE MADEIRAS DE RESINOSAS EM APLICAÇÕES DE REVESTIMENTOS DE PAREDE E PISO

A interpretação das normas pode por vezes não ser suficientemente esclarecedora na sua aplicação prática, tendo em conta a grande variedade de situações possíveis de ocorrer e impossíveis de descrever detalhadamente.

Por este motivo impera muitas vezes o critério pessoal chamado “bom senso”. Para tal o autor propõe uma mostra de exemplos de critérios de aceitação e rejeição com auxílio a imagens, Quadro VI (nós aceitáveis) e Quadro VII (nós não aceitáveis).

 Nó reparado ou "rota" para encobrimento de caixa de parafuso ou nó refeito.	 Nó aderente, embora de grandes dimensões.
 Nó aderente em zona limite de colagem	 Nó aderente de dimensão média

Quadro VI

Exemplos de nós que poderão ser aceitáveis

Quadro VII

Exemplos de nós que não deverão ser aceitáveis

 Nó não aderente na camada superficial	 Nó não aderente incompleto, na linha de colagem
 Nó parcialmente não aderente e com exsudações de resina	 Nó com início de podridão
 Nó não aderente com reparação de qualquer tipo de betume.	 Nó não aderente em todo o seu contorno
 Nós não aderentes numa parte do seu contorno, mesmo que seja de pequenas dimensões, mas com fenda profunda	 Zona de alojamento de nó deitado com falha de madeira.
 Nunca nós que ocupem mais de 2/3 da largura da peça. Nós muito frequentes e nós deitados parcialmente descolados.	

2.8 VEDAÇÕES / PORTÕES

Um dos usos mais antigos e tradicionais da madeira é nas vedações, carpintarias exteriores, portões, etc. Para estas utilizações em exterior descoberto, devem ser escolhidas espécies de madeira com elevada durabilidade natural ou então madeiras impregnadas em autoclave com produtos preservadores. É muito importante nos desenhos de projeto encontrar soluções construtivas que não permitam acumulação de águas paradas e boas ligações mecânicas. Tem de ser ter em conta que estes componentes vão inevitavelmente manifestar movimentos de inchamentos, retrações e empenos, que podem destruir ou afrouxar as ligações. Na figura 5 mostra-se um interessante exemplo de um passadiço com guarnições em madeira preservada sem acabamento superficial.



Figura 5

Passadiço e vedação em madeira preservada em autoclave. [Cortesia PREMAD].

Na figura 6 mostra-se um exemplo de um portão exterior de madeira de elevada durabilidade natural, mas sem nenhum acabamento superficial, com o aspeto de cor acinzentada após vários anos de serviço sem nenhuma operação de manutenção.

Figura 6

Portão de madeira.



2.9 CONSTRUÇÃO - ESTRUTURAS MACIÇAS

Para esta aplicação começa-se por recordar as exigências já há muito definidas por especialistas como (Carvalho, 1970), perfeitamente válidas. Referem-se de seguida os princípios básicos gerais:

- Elevada resistência mecânica: elevada densidade, textura homogénea; elevado número de anéis de crescimento por centímetro; ausência ou limites na presença de defeitos e singularidades

como dimensão e posição de nós, inclinação do fio, degradação química ou biológica.

- Elevada durabilidade: Boa durabilidade natural; utilização do cerne de espécies duráveis ou facilidade de impregnação com produtos preservadores.

- Boa aptidão à fixação de elementos de fixação metálicos. Elevada coesão transversal.

Dentro das madeiras portuguesas as que melhor cumprem estes requisitos são: pinho bravo com densidade superior a 550 kg/m³; eucalipto; castanho; carvalho; casquinha; cipreste do Buçaco.

Sempre que não haja normas Europeias ou nacionais específicas com indicações detalhadas é de boa prática o seguimento destas recomendações.

Na figura 7 mostra-se uma estrutura em madeira maciça de pinheiro-silvestre em peças inteiras e com forro também em madeira natural à vista. Regista-se o elevado valor decorativa, para além da extrema eficácia no conforto interior tanto no aspeto sonoro como térmico.

Figura 7

Estrutura e cobertura em madeira maciça e forro à vista.



2.10 ESTRUTURAS LAMELADO-COLADO

Para as estruturas lameladas-coladas, que correspondem em geral a vigas de elevadas dimensões, para além de algumas recomendações semelhantes às referidas na secção anterior, há que preferir espécies com uma boa relação resistência/peso e uma boa aptidão à colagem.

Para este fim as espécies mais recomendadas são: pinho bravo de baixa taxa de crescimento (anéis apertados); choupo, casquinha, pseudotsuga.

A construção de asnas em lamelado-colado apresenta uma garantia acrescida de estabilidade dimensional e geométrica e até

uma robustez reforçada pela escolha da madeira sem defeitos, exemplo na figura 8.



Figura 8

Estrutura de cobertura em asnas lamelada colada de grande vão.

As estruturas de topo em lamelado-colado permitem dimensões de vão superiores às conseguidas em betão armado, se for contabilizado peso próprio da estrutura. Exemplo na figura 9.



Figura 9

Viga de lamelado colado com mais de 1 metro de altura e 30 metros de comprimento da cobertura de um complexo de piscinas.

Na figura 10 mostra-se um exemplo de aplicação de lamelado-colado em madeira de pinheiro-silvestre numa ponte pedonal de grande vão, em Lisboa.

Figura 10

Ponte pedonal em lamelado-colado no exterior, em Lisboa.



Na figura 11 mostra-se o interior do Pavilhão Atlântico, no Parque das Nações em Lisboa, que representa o melhor exemplo da utilização do lamelado-colado para estrutura de coberturas de grandes dimensões, com um vão de 110 metros na zona mais larga do edifício. A escolha da madeira como material de construção teve como principal razão a diminuição do peso próprio, tendo em conta a fragilidade dos terrenos onde foi implantada, perto da margem do rio Tejo em fundos pouco consolidados. As alternativas em betão teriam custos muitas vezes superior, devido à necessidade de reforço das fundações.

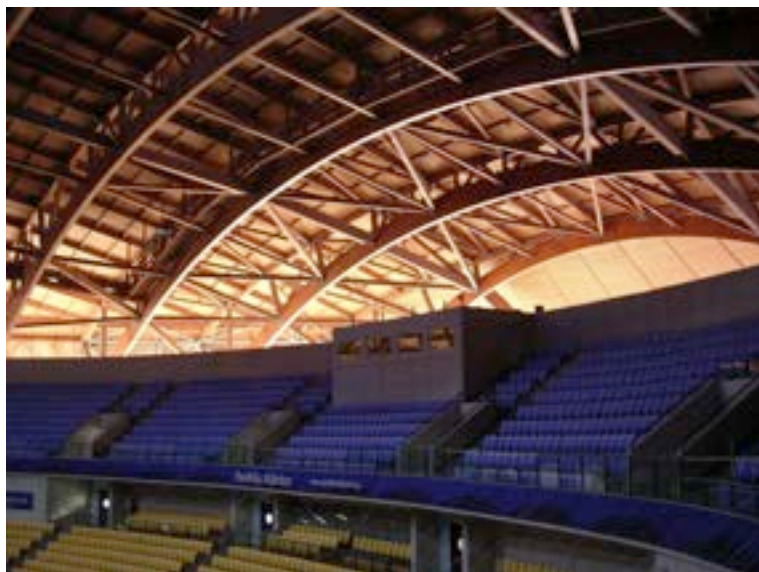


Figura 11
Pavilhão Atlântico, Parque das Nações em Lisboa.

2.11 ESTRUTURAS DECORATIVAS E PROTEÇÕES NO EXTERIOR (PÉRGULAS)

Uma das utilizações mais nobres e com grande expansão no presente é a das estruturas decorativas para exterior, em jardins, varandas e terraços. Há estruturas com cobertura e outras sem cobertura para apoio a plantas. A utilização dos lamelados colados permite dimensões e uma qualidade superior ao que era conseguido com madeira numa única peça, como é o exemplo da figura 12. Tratando-se na maior parte dos casos de madeira exposta à radiação solar e à água da chuva, devem tomar-se as precauções gerais indicadas para madeira em exterior, como sejam, a escolha de espécies com elevada durabilidade natural (cerne carvalhos, cerne de pinho), ou madeiras tratadas em autoclave com impregnação profunda de produtos preservadores.

Outros cuidados que contribuem para a boa conservação consistem em evitar locais de concentração da água e humidade e a separação do contacto com o solo.

Figura 12

Pérgula em lamelado-colado fabricada com pinho-bravo.



2.12 TANOARIA

Para esta aplicação tomam-se como base de informação os trabalhos de (Carvalho, 1970), perfeitamente válidas no momento atual, referindo-se os seguintes princípios básicos:

- Elevada resistência ao choque. Valores de flexão dinâmica muito elevados para suportar impactos na movimentação dos reservatórios.
- Facilidade de encurvamento para permitir adaptar às formas arredondadas segundo o comprimento dos elementos. Fio direito.

- Baixa porosidade no sentido de impedir a perda de líquidos, mas alguma permeabilidade aos gases. Normalmente madeiras de grão fino.
- Adaptação à conservação de líquidos. Ausência de produtos que confirmem sabores ou odores indesejáveis para os produtos a armazenar.
- Quantidade e composição dos compostos químicos extratáveis da madeira, essencialmente taninos.

Dentro das madeiras portuguesas as que melhor cumprem estes requisitos são: carvalho alvarinho, carvalho negral, carvalho português, e ainda com menor potencial o castanho bravo, a acácia Austrália e o eucalipto.

Um dos exemplos mais valorizados de tanoaria que chegou com grande importância económica aos tempos presentes é o das caves do vinho do Porto, onde este vinho é submetido à fase de envelhecimento durante vários anos antes de passar à fase de engarrafamento, figura 13. Na escolha das madeiras para tanoaria conta também o tipo de envelhecimento pretendido. Para alguns vinhos incorporação de cor a partir de taninos e outros compostos das madeiras são muito importantes como é o caso de alguns vinhos do Porto e uísques.



Figura 13

Tonéis de envelhecimento do vinho do Porto (Cortesia AEVP (Associação das Empresas de Vinho do Porto)).

Deve haver uma grande precaução na escolha dos carvalhos, pois nem todas as espécies são adequadas para o fabrico de contentores de líquidos. O ponto fundamental é a presença ou ausência de tilos, que tornam os poros não permeáveis, ou permeáveis, respetivamente. Os poros são canais microscópicos por onde os vinhos se podem ir escoando lentamente, acabando por se perder quantidades muito significativas nos envelhecimentos ao longo de anos.

2.13 COZINHAS

As exigências dos materiais para serem utilizados no fabrico de mobiliário de cozinha e casa de banho prende-se principalmente com a particularidade do ambiente destes compartimentos das habitações estarem sujeitos a humidades mais elevadas do que dos restantes espaços de uma habitação. Portanto, as propriedades físicas e mecânicas em determinados ambientes estão definidas em normas europeias de produtos, em particular dos materiais industriais como os derivados da madeira. Para os componentes e unidades em madeiras naturais servem os critérios gerais para ambientes mais agressivos, como sejam, apresentar uma elevada durabilidade natural e estabilidade dimensional. Das espécies nacionais poucas cumprem estas exigências de forma satisfatória, podendo destacar em particular alguns carvalhos.

A madeira maciça é atualmente pouco usada em mobiliário fixo de cozinhas, tais como tampos de bancadas, armários e portas de armários, sendo mais usual os materiais derivados com revestimentos vários, aos quais se podem fazer exigências mais rigorosas através de normas europeias.

Assim, temos as seguintes normas que definem requisitos mínimos de características mecânicas para diferentes graus exigência estrutural e diferentes condições ambientais:

NP EN 312:2009-pt. Aglomerado de partículas de madeira; Especificações (PB).

EN 622-1:2003-en. Aglomerados de fibras. Especificações; Parte 1: Requisitos gerais.

EN 622-2:2004-en. Aglomerados de fibras. Especificações; Parte 2: Requisitos para alta densidade (HD).

EN 622-3:2004-en. Aglomerados de fibras. Especificações; Parte 3: Requisitos para média densidade (MDF – via húmida).

EN 622-4:2009-en. Aglomerados de fibras. Especificações; Parte 4: Requisitos para baixa densidade (LDF).

EN 622-5:2009-en. Aglomerados de fibras. Especificações; Parte 4: Requisitos para média densidade (MDF).

Nos quadros que se apresentam dão-se apenas os exemplos dos valores para as espessuras mais usuais, pelo que, para outros valores de espessura devem ser consultados os quadros originais nas normas de referência. As referidas normas também fazem exigências de outras propriedades não referidas nos quadros de exemplo, como sejam, tolerâncias dimensionais, limites de teor de água, libertação de formaldeído, inchamento em espessura após imersão em água, entre outras.

No Quadro VIII mostram-se os valores da tração transversal de PB de espessuras entre 13 mm até 20 mm para ambiente seco e húmido e usos geral ou estrutural, segundo a norma EN 312:2009, relativamente aos requisitos mínimos de coesão interna, avaliada pelo ensaio de tração transversal.

Quadro VIII

Tração transversal. Requisitos mínimos do aglomerado de partículas (PB) para ambiente seco e húmido e usos geral ou estrutural.

Condições de utilização de PB	Método de ensaio	Tração transversal (N.mm ⁻²)
Usos gerais em ambiente seco	EN 319	0,24
Aplicação interior (inclui mobiliário) em ambiente seco	EN 319	0,35
Fins estruturais em ambiente seco	EN 319	0,35
Fins estruturais em ambiente húmido	EN 319 EN 321	0,45 0,22
Fins estruturais especiais em ambiente seco	EN 319	0,50
Fins estruturais especiais, em ambiente húmido	EN 319 EN 321	0,70 0,36

No Quadro IX apresentam-se as especificações mínimas exigidas para os vários tipos de utilização de aglomerado de partículas (PB), espessuras entre 13 mm e 20 mm, no que diz respeito a resistência à flexão e módulo de elasticidade à flexão, segundo a norma NP EN 312:2009.

Quadro IX

Requisitos mínimos para uso geral ou estrutural, em ambiente seco e húmido para o material PB.

Condições de utilização do aglomerado	Módulo de elasticidade (N.mm ⁻²)	Resistência à flexão (N.mm ⁻²)
Usos gerais em ambiente seco	-	11,5
Usos gerais em ambiente húmido	1950	14
Fins estruturais em ambiente seco	2300	15
Fins estruturais em ambiente húmido	2400	16
Aplicação interior em ambiente seco (inclui mobiliário)	1600	13
Fins estruturais especiais em ambiente seco	3000	18
Fins estruturais especiais em ambiente húmido	3100	20

Um outro tipo de exigência que por vezes é feita pelos fabricantes dos componentes de mobiliário e construção é a resistência ao arranque da camada superficial. Como exemplo mostra-se no Quadro X o valor mínimo da tensão de arranque da camada definido na norma NP EN 312, feito pelo ensaio definido na norma NP EN 311:2010-pt Placas de derivados de madeira; Resistência ao arranque da camada superficial; Método de ensaio.

Condições de utilização	Tensão de arranque (MPa)
Aplicações interiores em ambiente seco (inclui mobiliário)	0,8

Quadro X

Requisitos mínimos de resistência ao arranque da camada superficial PB, espessuras entre 13 mm e 20 mm

No Quadro XI mostram-se os valores da tração transversal de MDF de espessuras entre 12 mm até 19 mm para ambiente seco e húmido e usos geral ou estrutural, segundo a norma EN 622-5:2006 Requisitos mínimos de coesão interna.

Condições de utilização	Método de ensaio	Tração transversal (N.mm ⁻²)
Usos gerais em ambiente seco	EN 319	0,55
Usos gerais em ambiente húmido	EN 319 EN 321	0,75 0,20
Fins estruturais em ambiente seco	EN 319	0,60
Fins estruturais em ambiente húmido	EN 319 EN 321	0,75 0,20

Quadro XI

Tração transversal. Requisitos mínimos de MDF para usos gerais ou estruturais, em ambientes seco ou húmido.

No Quadro XII mostram-se os requisitos mínimos de módulo de elasticidade de MDF de acordo com as exigências da norma EN 622-5:2006 para espessuras entre 12 mm e 19 mm.

Quadro XII

Módulo de elasticidade. Requisitos mínimos de MDF para ambiente seco e húmido e usos geral ou estrutural.

Condições de utilização	Método de ensaio	Módulo de elasticidade à flexão (N/mm ²)
MDF para usos gerais em ambiente seco	EN 310	2200
Usos gerais em ambiente húmido	EN 310	2400
MDF para fins estruturais em ambiente seco	EN 310	2500
Fins estruturais em ambiente húmido	EN 310	2700

No Quadro XIII encontram-se os requisitos mínimos de resistência à flexão para ambiente seco e húmido e uso geral ou estrutural de MDF de espessuras entre 12mm e 19 mm, segundo a norma EN 622-5:2006.

Quadro XIII

Resistência à flexão. Requisitos mínimos da resistência à flexão para MDF.

Condições de utilização de MDF	Método de ensaio	Resistência à flexão (N/mm ²)
MDF para usos gerais em ambiente seco	EN 310	20
Usos gerais em ambiente húmido	EN 310	24
MDF para fins estruturais em ambiente seco	EN 310	25
Fins estruturais em ambiente húmido	EN 310	30

3

The background of the image consists of several wooden planks arranged diagonally, creating a strong sense of depth and texture. The wood has a warm, reddish-brown tone. Overlaid on this background are four horizontal, semi-transparent green bars, each containing a line of white text. The text is in a clean, sans-serif font and is centered within each bar.

MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA



Para se manter em boas condições de conservação e estéticas a madeira natural necessita de uma manutenção regular. A simples limpeza permite eliminar contaminantes como gorduras, sujidade e humidade. Nos acabamentos com película (vernizes ou folheados), qualquer abertura ou descontinuidade na camada superficial deve de imediato ser reparada, porque a entrada de água ou simples humidade faz inchar a madeira e fazer progredir o primeiro defeito cada vez mais rapidamente.

Quanto a madeiras no exterior a manutenção deve ser feita com reaplicação das soluções de acabamento, de acordo com as indicações do fornecedor, ou seguindo as regras gerais detalhadas nas seções seguintes.

3.1 LIMPEZA DOS REVESTIMENTOS DE MADEIRA

A madeira tem a propriedade de absorver água do ambiente até um ponto de equilíbrio que depende essencialmente da humidade relativa do ar. Este tema encontra-se desenvolvido no primeiro volume da coleção Riqueza das Madeiras Portuguesas.

Também foi detalhadamente referida a relação direta que existe entre o ganho de água da madeira e as suas dimensões transversais.

Nas aplicações em revestimentos de piso no interior de edifícios as peças de madeira são justapostas sem espaço para dilatações ou contrações, pelo que variações elevadas da água absorvida ou perdida pela madeira causam inevitavelmente empenos ou abertura de espaços entre elementos, respetivamente. Nos edifí-

cios novos em que as argamassas das paredes e dos pavimentos ainda contêm grandes quantidades de água as madeiras podem estar sujeitas a grandes esforços e consequente aparecimento de defeitos ou até levantamento total de grandes áreas.

Por estas razões, na limpeza de revestimentos de piso interior em madeira não deve ser utilizada água. Quanto muito, em caso de necessidade pode fazer-se uma passagem superficial com um pano ligeiramente húmido. O ideal é fazer-se a limpeza com óleos sem água ou apenas com sistemas secos.

O arejamento regular dos compartimentos com revestimento de piso em madeira é essencial para uma correta estabilização e longa duração em perfeitas condições.

No que diz respeito a revestimentos de piso no exterior, os chamados decks, tendo em conta as acentuadas variações do ambiente exterior, os elementos de madeira devem ser montados com intervalos para absorção dos movimentos da madeira. Para este fim existem sistemas de fixação mecânicos que permitem o movimento da madeira.

Nestas aplicações em exterior as limpezas podem ser feitas com água nas quantidades que se desejar, mas tem de haver sempre uma zona de drenagem da água em excesso para que não fique água retida, não permitindo o início de uma sequência de secagem logo após o contacto com água.

3.2 LIMPEZA E MANUTENÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE DERIVADOS

Quanto aos revestimentos industriais com base em derivados da madeira, as suas características podem ser extremamente diferentes umas das outras, pelo que é importante seguir as recomendações do fabricante. Existem produtos fabricados com colas resistentes à água que são perfeitamente indiferentes à presença ou ausência de água do exterior.

3.3 PROTEÇÃO SUPERFICIAL DE MADEIRAS APLICADAS NO EXTERIOR

Os acabamentos em madeira, nomeadamente o envernizamento, a pintura, a lacagem e a proteção com velaturas são operações indispensáveis para conferir a uma obra de madeira o seu bom aspecto final, proteção contra a degradação pelos agentes atmosféricos, contra a humidade, degradação biológica por insetos ou fungos ou muito simplesmente contra a sujidade. Nos últimos anos a evolução da indústria química e também as cada vez mais restritivas normas de proteção ambiental têm provocado uma enorme necessidade de evolução neste tipo de produtos. Neste campo da proteção da madeira há que distinguir dois grandes campos de atuação: a) A proteção em interior; b) A proteção em exterior. No primeiro caso trata-se essencialmente de proteger contra a sujidade ou contacto pontual e rápido com água. Não há o efeito destruidor da radiação UV, pelo que os vernizes são largamente utilizados, permitindo valorizar o potencial decorativo da cor e desenho das madeiras. Em utilizações especiais,

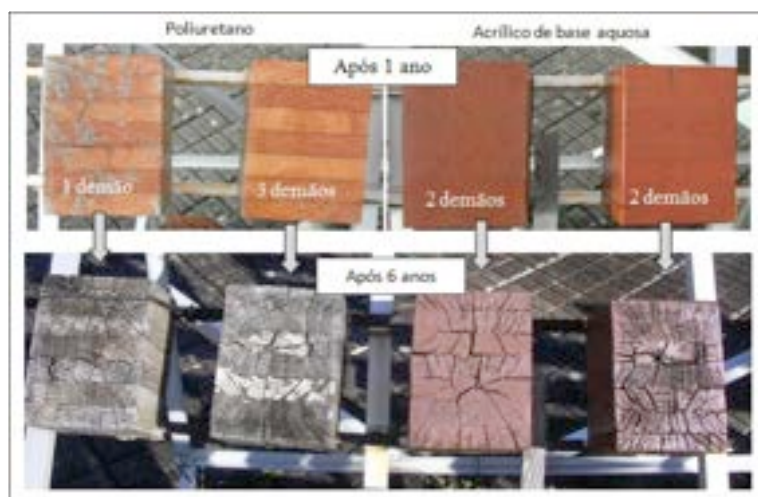
como é o caso dos revestimentos de piso, as madeiras mais macias como é o caso do pinho bravo, necessitam adicionalmente de uma camada superficial que lhe permita resistir à abrasão. Nesta caso usam-se as resinas de película dura como os poliuretanos, vernizes de cura UV, epoxídicas e outras.

Nos acabamentos para exterior os produtos que formam uma película protetora são aparentemente muito eficazes por impedirem nos primeiros tempos as entradas de água, mas na realidade a degradação causada pelo tempo torna as películas cada vez menos elásticas, acabando por deixar de acompanhar os inevitáveis movimentos da madeira.

Para comprovar muito do que foi afirmado anteriormente mostram-se na figura 14 os resultados comparativos de vários produtos e diferentes condições de aplicação, após seis anos de exposição ao exterior, num painel de ensaio virado a Sul com uma inclinação vertical de 39°.

Figura 14

Resultados de envelhecimento de acabamentos ao fim de 6 anos de exposição ao exterior.



Na figura anterior registam-se algumas conclusões importantes:

a) Num curto prazo de um ou dois anos é muito importante a aplicação de mais do que uma demão, em produtos que fazem uma película protetora; b) Os produtos que perdem a elasticidade ao fim de algum tempo de secagem (como o verniz poliuretano sem manutenções) acabam por perder completamente a capacidade protetora; c) Os vernizes acrílicos de base aquosa com pigmento mantêm uma razoável capacidade de resistência ao tempo, mas também a sua perda de elasticidade acaba por permitir o desencadear do processo de degradação.

O aparecimento constante de novos produtos levanta enormes dúvidas nos utilizadores sobre a sua eficácia, forma de aplicação e manuseamento, etc., sendo a maior parte das vezes a informação disponível muito reduzida, sobretudo ao nível de uma perspectiva global, com os diferentes produtos, os campos preferenciais de aplicação, custos, ensaios de controlo e comportamento, e sobretudo a longo prazo.

Outros tratamentos de proteção podem obstruir ou vedar totalmente os vasos capilares, resultando em uma menor transmissão de vapor e assim impedir os equilíbrios desejados para a secagem de pontos mais húmidos. O ideal para a boa conservação da madeira é conseguir uma boa barreira da camada superficial à água líquida, mas permitir alguma transmissão de vapor.

Em estudos recentes têm revelado como muito compensador (custo/benefício a longo prazo), para a proteção de madeiras no exterior descoberto, a utilização de óleos secativos com pigmentos minerais naturais à escala nano. Estes acabamentos são económicos e duráveis, tendo uma manutenção muito fácil no ciclo de renovação manutenção, como seja, uma simples limpeza superficial e aplicação de nova camada. Os óleos impregnantes não

fazem película e a sua degradação é sob a forma pulverolenta o que permite a sua remoção quase natural. Este novo conceito pode assim ser introduzido, programando manutenções simples, dois a três anos, o que permite de uma forma económica manter um bom aspeto dos componentes no exterior e boa conservação da madeira durante muitos anos.

44

The background of the image is a close-up photograph of wood. The upper portion shows a smooth, light-brown wood surface with prominent vertical grain lines. The lower portion features a rough, textured wooden block, possibly a piece of bark or a rough-cut log, with a more irregular, brownish surface. Overlaid on the smooth wood portion are four horizontal, semi-transparent teal bars, each containing a line of white text.

MARCAÇÃO CE

PARA OS

PRODUTOS DA

CONSTRUÇÃO



O Decreto-Lei n.º 130/2013 corresponde à transposição para a lei portuguesa o disposto no Regulamento (UE) n.º 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo à marcação CE dos produtos de construção, inicialmente designada por DPC-Diretiva dos Produtos da Construção. Este decreto-Lei estabelece as competências dos vários organismos intervenientes, como sejam, os responsáveis pela coordenação e inspeção, os organismos de avaliação técnica, os organismos notificados e toda a regulamentação complementar.

São abrangidos pelo Regulamento (UE) N° 305/2011, JOUE L 88, de 2011-04-04 todos os produtos de construção destinados a ser incorporados de modo permanente numa obra de engenharia civil e aos quais diga respeito uma ou mais exigências essenciais. As exigências essenciais das construções são:

- Resistência Mecânica;
- Segurança contra Incêndio;
- Higiene, Saúde e Ambiente;
- Segurança na Utilização;
- Conforto Acústico;
- Economia de Energia e Isolamento Térmico.

As chamadas “Normas Europeias Harmonizadas” são norma de características de produto, elaborada pelo CEN sob mandato da Comissão Europeia, em ligação com a DPC. Embora com o nome “harmonizadas” têm partes voluntárias (ou não-harmonizadas) . Por esse motivo, em todas as normas “harmonizadas” se inclui um anexo informativo (ANEXO ZA) que constitui a parte harmonizada da norma a partir da qual a marcação CE é atribuída. A marcação CE significa a conformidade do produto de construção com o desempenho declarado pelo fabricante, criando as condições para a livre circulação desses produtos em todo o espaço económico Europeu e na Turquia.

A marcação CE tem por base as normas europeias harmonizadas. Para o caso da madeira e produtos à base de madeira encontram-se já abrangidos até 2015 os seguintes (que constam da lista do Jornal Oficial da União Europeia de 2015-07-10):

- EN 13168:2012+A1:2015. Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios — Produtos manufaturados de lã de madeira (WW) — Especificação;
- EN 13171:2012+A1:2015. Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios — Produtos manufaturados de fibra de madeira (WF) — Especificação;
- NP EN 13986:2010-pt. Placas de derivados de madeira para utilização na construção; Características, avaliação da conformidade e marcação;
- EN 14342:2013-en. Madeira para pavimentos — Características, avaliação da conformidade e marcação;
- EN 14915:2013-en. Lambris e revestimento exterior de paredes em madeira maciça — Características, avaliação da conformidade e marcação;
- EN 14351-1:2006+A1:2010 - Portas (conjunto de porta e aro) pedonais e janelas – Norma de produto, características de desempenho – Parte 1: Portas pedonais externas e janelas sem características de confinamento ao fogo ou ao fumo

Derivados da madeira:

- EN 13986:2004 – Placas de derivados de madeira para utilização na construção – Características, comprovação da conformidade e marcação

e os produtos estruturais de madeira correspondentes às normas:

- EN 14080:2013 Estruturas de madeira — Madeira lamelada colada — Requisitos;
- EN 14081-1:2005+A1:2011-en. Estruturas de madeira; Madeira com secção rectangular classificada segundo a resistência; Parte 1: Requisitos gerais;
- EN 14081-2:2010+A1:2012-en. Estruturas de madeira — Madeira com secção rectangular classificada segundo a resistência — Parte 2: Classificação mecânica e Requisitos gerais;
- EN 14229:2010 Madeira para estruturas — Postes de madeira para linhas aéreas
- EN 14374:2004 Estruturas de madeira — Madeira micro lamelada-colada Requisitos
- EN 15497:2014 Madeira maciça estrutural com ligações de entalhes múltiplos — Requisitos de desempenho e requisitos mínimos de produção;

Normas para cálculo de estruturas de madeira:

- NP ENV 1995-1-1 – Eurocódigo 5: Projecto de estruturas de madeira. Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios;
- NP ENV 1995-1-2 – Idem. Parte 1-2: Verificação da segurança ao fogo
- EN 1995-2 – Eurocode 5: Design of timber structures. Part 2: Bridges

Para além das normas citadas são aplicadas aos produtos fabricados de madeira tais como portas e janelas, as mesmas normas e exigência que se aplicam aos outros materiais, tais como: EN 12208 – Estanqueidade à Água; EN 12207:1999-en – Janelas e portas. Permeabilidade ao Ar. Classificação; EN 12210:1999-en – Janelas e portas. Resistência à força do vento; EN ISO 12567-1:2010-en – Transmissão Térmica de janelas e portas; série EN ISO 717 – Desempenho acústico; entre outras.

Sendo estes produtos com aplicação significativa no nosso país, e que são, em muitos casos, também produzidos localmente, a aplicação da normalização existente é obrigatória.

4.1 NORMA HARMONIZADA PLACAS DE DERIVADOS DE MADEIRA - NP EN 13986:2010-PT

Esta norma estabelece as exigências placas de derivados de madeira para uso na construção e especifica as suas características relevantes e os métodos de ensaio apropriados para a sua determinação, quer sejam para uso estrutural ou não estrutural, revestimentos de parede interior e exterior, em ambiente seco ou ambiente húmido, e revestimentos de piso.

Os produtos considerados são as placas de madeira maciça, aglomerados de partículas de madeira (PB), aglomerados de partículas de orientadas (OSB), aglomerados de fibras de baixa densidade (SB), aglomerados de fibras de média densidade (MDF), aglomerados de fibras de alta densidade (HB), contraplacados e placas de fibras com cimento.

Na ficha de marcação CE, que é aplicada sobre o produto ou em etiqueta apensa (conforme aplicável), deve constar informação detalhada sobre os valores reais daquelas caraterísticas, assim como informação sobre a identificação do produto e o nível do sistema de comprovação da conformidade utilizado.

4.2 NORMA HARMONIZADA REVESTIMENTO DE PISOS - EN 14342

Relativamente à norma harmonizada sobre revestimento de pisos EN 14342, o anexo ZA define as cláusulas relevantes a cumprir pelos elementos de madeira maciça régua, lamelas e parquet, essencialmente sobre as caraterísticas de reação ao fogo, emissões de formaldeído e de pentaclorofenol, resistência mecânica, escorregamento, condutividade térmica e durabilidade aos agentes biológicos. Para cada uma destas caraterísticas são indicadas as normas de ensaio aplicáveis.

O fabricante deve prestar na ficha de marcação CE, que é aplicada sobre o produto ou em etiqueta apensa (conforme aplicável), toda a informação detalhada sobre os valores reais daquelas caraterísticas, assim como informação sobre a identificação do produto e o nível do sistema de comprovação da conformidade utilizado.

4.3 NORMA HARMONIZADA RELATIVA À UTILIZAÇÃO DA MADEIRA PARA FINS ESTRUTURAIS – EN 14081-1:2005

No caso de madeiras portuguesas só o pinho bravo aparece nas normas Europeias com regras definidas para ser usada em fins estruturais. O Eucalipto também se encontra referido nas normas Europeias para estruturas, mas enquadrado em resultados de estudos de caracterização feitos com amostras provenientes da Galiza. É de esperar que madeiras de eucalipto de regiões edafoclimáticas portuguesas semelhantes à Galiza, e tendo em conta a proximidade geográfica e tratar-se da mesma espécie (*Eucalyptus Globulus*), poderemos admitir que poderemos utilizar esses valores de cálculo para utilização com madeiras portuguesas das regiões norte e centro litoral.

A norma harmonizada EN 14081-1 define no seu anexo ZA os valores dos parâmetros sobre os quais é obrigatório prestar informação na etiqueta da marcação CE, como sejam: resistência à flexão; resistência à compressão, resistência à tração, tensão de corte paralelo, valor médio do módulo de elasticidade, durabilidade da espécie de madeira e a classe de reação ao fogo.

Os valores para cálculo estrutural estão definidos na norma Europeia EN 338:2009-en - Structural timber - Strength classes, nomeadamente os valores característicos de resistência, rigidez e massa volúmica para espécies Resinosas e Folhosas com origem em países da Europa. Os valores mínimos das características de cada classe de resistência para o cálculo estrutural estão definidos nesta norma.

Para além destas informações a etiqueta da marcação CE tem de contar a identificação da entidade inspetora (organismo notificado), número e data do certificado de conformidade, referência às normas aplicáveis, indicação da espécie e do produto a que se destina, reação ao fogo e durabilidade ou indicação do tratamento preservador se for o caso.

4.4 NORMA HARMONIZADA RELATIVA À MADEIRA LAMELADA-COLADA - EN 14080:2013

Relativamente às madeiras lameladas-coladas para fins estruturais as regras são muito semelhantes às descritas anteriormente para a madeira maciça, acrescentando-se um conjunto de regras relativas a exigências e controlo do processo de colagem e emissões voláteis das colas (classe de formaldeído).

5

A photograph of a forest with tall, slender trees and a ground covered in fallen autumn leaves. A semi-transparent teal banner is overlaid across the middle of the image, containing white text.

VANTAGENS

AMBIENTAIS E

ARMAZENAMENTO

DE CARBONO



A preocupação ambiental é hoje em dia uma questão que desempenha um papel da maior importância em decisões políticas, em políticas de mercados e na opinião pública.

Madeira, para além das suas capacidades e potencialidades como material para múltiplas utilizações, beleza natural e contribuição para o conforto sonoro e térmico, sendo um dos materiais mais flexíveis para utilização no design criativo, possui ainda a valiosa propriedade natural de 'armazenamento' de carbono. Através do processo de fotossíntese, as árvores em crescimento absorvem o dióxido de carbono atmosférico, libertam o oxigénio e armazenam (sequestram) o carbono.

A madeira consome menos energia na sua transformação industrial comparativamente com produtos industriais (polímeros, metais, cerâmicos), com muito baixo impacte ambiental (não produção de resíduos indesejáveis ou perigosos), apresentando ainda a facilidade de reciclagem e reutilização. Para as utilizações de longa duração (componentes da construção e mobiliário) são mais importantes os primeiros aspetos referidos, mas para embalagem e apoio à indústria de construção tornam-se extremamente importantes os segundos aspetos (facilidade de reutilização, reparação e reciclagem).

É importante considerar a importância desta matéria-prima ser proveniente de florestas geridas de forma sustentável, através da marcação dos produtos finais com selo de proveniência de floresta certificada.

A floresta é um elemento chave na conservação da biodiversidade. Todas as recomendações internacionais indicam que as florestas devem ser geridas de forma sustentável – a madeira retirada ser inferior à que é produzida naturalmente, promovendo

do ciclos longos de exploração que tendem a aumentar o armazenamento de carbono ao longo de várias décadas.

Sendo a madeira um sumidouro de carbono torna-se importante proceder à contabilização do carbono armazenado nos produtos. Este tipo de análise traz vantagens consideráveis, quer na escolha preferencial deste material, quer para a troca de créditos de carbono.

A contabilização de carbono armazenado em produtos florestais pode ser determinada a partir do cálculo definido na norma prEN 16449: 2012 - Wood and wood-based products - Calculation of sequestration of atmospheric carbon dioxide. Esta norma oferece um método de cálculo simples que estima a quantidade de dióxido de carbono sequestrado pela árvore em crescimento, que é depois armazenado sob a forma de biomassa nos produtos de madeira até ao fim do seu ciclo de vida. A norma define, atendendo à sua constituição química da madeira, que este material é composto por 50 % de carbono. A fórmula de cálculo de sequestro de carbono é baseada no peso atómico do carbono (12) e é a seguinte:

$$DCS = \frac{M_{0\%}}{2} \times 3,67$$

DCAS - Dióxido de Carbono Atmosférico Sequestrado (kg)

$M_{0\%}$ - Massa volúmica a 0% de teor de água (kg/m³)

No Quadro XIV faz-se a comparação do impacte ambiental da madeira com outros materiais de construção, considerando alguns dos parâmetros mais importantes para esta análise.

Durante todo o ciclo de vida	Materiais de construção		
	Madeira	Tijolo cerâmico	Aço
Energia para ser produzido (GJ por ton.)	-2,9 *	2,94	18
Emissões (t CO ₂ -e / t)	-0,2	0,2	1,4
Emissões (t CO ₂ -e / m3)	-0,5	0,6	10,9
Consumo de água (m3)	0	0,15	?
Possibilidades de reciclagem (%)	30	20 (só para t. maciço)	30
Produção de energia em fim de ciclo (%)	35	0	0

Quadro XIV

Comparação do impacto ambiental da madeira com outros materiais de construção

6

The background of the image is a photograph of a construction site. It features vertical wooden studs and horizontal beams, creating a grid-like structure. The wood is a light brown color. In the upper right, a blue sky is visible. In the lower right, there are some construction materials and tools on the ground.

MADEIRAS PORTUGUESAS NA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES



Em Portugal, contrariamente ao que acontece nos países do Norte da Europa, nos Estados Unidos e no Canadá, a construção em madeira tem pouco significado. As razões da procura das alvenarias e do cimento armado são difíceis de compreender quando se fala em duração, preço de construção, etc., pois há edifícios de base estrutural em madeira com centenas de anos nos centros históricos de algumas cidades (por exemplo Guimarães, com edifícios premiados internacionalmente). Quanto aos preços de construção tudo dependerá da capacidade de produção em série. Outros argumentos têm a ver com as condições particulares do nosso clima, com verões muito prolongados e quentes, ou ainda a escassez de matérias-primas de origem florestal de qualidade. Em sùmula, parece haver mais razões culturais e de estética do que razões científicas e técnicas. Houve uma procura pelas novas soluções arquitetónicas e pela moda, perdendo-se também o conhecimento das boas práticas antigas e dos especialistas na construção de qualidade, agravado por uma construção pré-fabricada em madeira de má qualidade que afastou o interesse por aqueles materiais.

Nos últimos anos as exigências ambientais e a obrigatoriedade de cumprimento de regras de eficiência energética dos edifícios vieram fazer despertar de novo o interesse pela madeira e por produtos derivados da madeira (lamelados-colados, placas de MDF e OSB, materiais isolantes à base de fibras de madeira, etc.).

A ideia da maior utilização da madeira e materiais derivados na construção tem como argumentos a seu favor os seguintes:

a) Uma parede de madeira ou derivados tem um peso menor do que uma parede em alvenaria tradicional (madeira 75 kg/m² e alvenaria de tijolo 274 kg/m²);

b) A energia para construir um metro quadrado de parede é em média de 270 MJ para a madeira e de 875 MJ para a alvenaria;

c) As emissões de CO₂ associadas à construção de um metro quadrado de parede são de (-50 kg) sequestro de CO₂, contra (+58 kg) de CO₂ emitidos para uma parede de alvenaria;

d) Uma placa de piso feita em vigas de madeira e soalho tem um peso próprio de cerca de 40 kg por metro quadrado, enquanto em laje de betão armado vai para os 315 kg por metro quadrado.

e) O isolamento térmico da madeira é pelo menos três vezes superior ao tijolo cerâmico perfurado, cinco vezes superior ao betão, nove vezes superior à pedra natural, mil vezes superior ao alumínio.

Um critério global para caracterizar a eficiência energética de materiais para a construção de habitações é o factor U. O factor U, mais corretamente chamado de coeficiente de transferência de calor global, descreve o quão bem um elemento de construção conduz o calor. Mede a taxa de transferência de calor através de um elemento de construção sobre uma determinada área, sob condições padronizadas. O padrão usual é de um gradiente de temperatura de 24 ° C, com 50% de humidade e sem vento. Quanto menor valor do factor U, melhor é a eficiência térmica do edifício. No Quadro XV mostram-se os valores do factor U para diferentes materiais usados na construção.

Material	Resistencia	Transmitância
	R m ² .K / W	U W / m ² .°K
Painel com câmara de vácuo	5,28	0,2
Vermiculite (isolamento em lages)	2,13	0,5
Poliuretano (placa rígida)	1,2	0,8
Painel fenólico rígido	0,7	1,4
Poliuretano projectado	0,63	1,6
Cartão	0,52	1,9
Espuma de polietileno	0,52	1,9
Fibra vidro (enchimento)	0,44	2,3
Fibra vidro (placa rígida)	0,44	2,3
Placas de madeira	0,44	2,3
Palha em fardo	0,26	3,8
Madeira baixa densidade	0,25	4,0
Vidro	0,24	4,2
Aparas de madeira a granel	0,18	5,6
Madeira de elevada densidade	0,12	8,3
Betão vazado	0,08	12,5
Tijolo cerâmico	0,03	33,3
Caixa de ar		
Reboco de cimento e areia		
MDF 21 mm	0,55	1,8

Quadro XV

Características térmicas de diferentes materiais de construção.

A madeira é dos poucos, ou o único material de construção, que associa em simultâneo as propriedades de boa resistência mecânica com bom isolamento térmico e baixo impacte ambiental. Quanto às madeiras portuguesas de que se falou ao longo destes trabalhos e as suas potencialidades para a indústria da construção, complementam-se nos seguintes aspetos:

O pinho bravo tem boa capacidade para fabrico de componentes estruturais colados, tais como vigas de suporte de pisos e coberturas (lamelados-colados);

O eucalipto tem vocação para componentes estruturais de pequenas dimensões, incluindo coberturas com componentes maciços, mas sobretudo para revestimentos de piso;

O carvalho negral, pela sua muito elevada durabilidade natural parece vocacionado para componentes estruturais em ambientes de classe de risco elevado, para os componentes estruturais de assentamento, e ainda para revestimentos de piso e parede, interior e exterior.

Como resumo das aplicações de madeira na construção apresenta-se no Quadro XVI uma indicação das melhores potencialidades de aplicações da madeira.

Quadro XVI

Resumos das potencialidades e riscos de utilização da madeira

Onde é mais vantajoso usar a madeira e seus derivados na construção	Onde se corre mais riscos em usar a madeira
• Revestimentos de piso • Estruturas cobertas • Portas e aros interiores • Isolamentos de paredes • Decoração	• Exposição ao exterior • Ambientes húmidos • Contacto direto como o solo

7

The background of the image shows several large logs stacked horizontally. The bark of the logs is light brown and textured, with some darker, charred areas. Overlaid on this background are four horizontal green bars, each containing a line of white text. The text is in a clean, sans-serif font and is centered within each bar.

CICLOS DE VIDA DOS PRODUTOS DE MADEIRA E DERIVADOS



O ciclo de vida da madeira é muitas vezes representado graficamente em esquemas muito bem elaborados, exemplo na figura 15, mas que consistem basicamente nos seguintes passos: Formação do lenho na árvore; abate da árvore – produção de madeira; fabrico de e produtos de alto valor acrescentado; fabrico de embalagens; utilização das sobras para energia; madeira de inferior qualidade e reciclados para fabrico de derivados; fabrico de móveis e componentes; sobras para produção de novos aglomerados e energia; emissão de dióxido de carbono na queima final; utilização do dióxido de carbono pelas plantas para formação de novo lenho; etc.



Figura 15

Representação esquemática do ciclo de vida da madeira. (Cortesia: Alberto Tavares)

Fonte: http://www.pav-conhecimento.pt/media/media/1132_apresentacao-alberto-tavares.pdf
25 de Novembro de 2011



MADEIRA PARA ENERGIA





Estima-se que a formação da madeira no lenho de uma árvore consome em média 19 MJ de energia proveniente da radiação solar para formação de cada 1 kg de massa seca de madeira.

Quando a madeira é queimada para produzir calor é libertado um valor de PCS (poder calorífico superior) entre 4000 a 4500 kcal/kg, (16,7 a 18,8 MJ/kg), o que corresponde a valores de 87 % a 98 % da energia recebida do Sol, portanto a madeira comporta-se praticamente como um acumulador ideal de energia, com um rendimento superior a 87 %.

O poder calorífico divide-se em superior e inferior. O poder calorífico superior é aquele em que a combustão se efetua a volume constante e no qual a água formada durante a combustão é condensada e o calor que é derivado desta condensação é recuperado.

O teor de água da madeira interfere muito no valor de energia produzida, porque para atingir as temperaturas de combustão uma parte da energia é consumida a fazer a mudança de fase da água no estado líquido para vapor de água. Por exemplo, para um valor de 10 % de teor de água, cada 100 g de madeira contém 10g de água. Para evaporar esta água consome-se a energia para aquecer a água da temperatura ambiente até 100 °C e mais a energia correspondente ao calor latente de evaporação.

As tabelas dão normalmente os valores do poder calorífico superior (PCS), Quadro XVII, mas na prática a energia real obtida corresponde ao poder calorífico inferior (PCI), que se calcula pela seguinte expressão,

$$PCI = \frac{PCS \times 0,96 - H \times 258 - 302}{1 + H}$$

em que H corresponde ao teor de água da madeira em percentagem.

Quadro XVII

Poder calorífico de diferentes espécies de madeira

Poder calorífico de madeiras – PCS			
Espécie	kcal/kg	kJ/kg	kW.h/kg
Pinho bravo	4 850	20 300	5,6
Carvalho	4 613	19 300	5,4
Faia	4 579	19 160	5,3
Choupo	4 378	18 320	5,1
Espruce	4 613	19 300	5,4
Azinho	4 600	19 255	5,3
Eucalipto	4 550	19 046	5,3
Acácia	4 550	19 046	5,3
Casca de pinheiro	5 450	22 814	6,3
Resina de pinheiro	9 435	39 495	11,0
Carvão vegetal	7 000	29 302	8,1
Hulha	4 300	18 000	5,0
(1 kcal = 4,186 joules) ; (1kW.h = 860 kcal)			

Tendo em conta apenas aspetos de natureza prática, como a relação entre massa e volume e a geometria dos produtos, a aplicação industrial da madeira para produzir energia beneficiou muito da inovação que consistiu produzir pellets a partir da madeira. Este novo produto é feito a partir em grande parte de resíduos de madeira ou sobras florestais, que depois de devidamente preparadas se encontram com um teor mínimo de água, ausência de pós e partículas muito finas, o que associado à sua geometria regular permite ser utilizada em equipamentos automáticas praticamente como se tratasse de um combustível líquido (sistemas de alimentação contínua). O poder calorífico dos pellets pode aparecer com valores superiores ao da madeira maciça por motivo da adição de ceras e aglomerantes naturais (lenhina).

Por razões ambientais e de otimização dos recursos, a utilização da madeira para produção de energia através da sua queima, ou fabrico dos combustíveis de madeira, deve acontecer apenas no final do seu ciclo de vida útil, a partir dos desperdícios industriais, ou do material vegetal dos desbastes e das limpezas das florestas.

9



TERMINOLOGIA DE MADEIRAS E PRODUTOS



Existe um conjunto de normas de terminologia sobre madeiras que é de todo o interesse respeitar, pois corresponde a um intenso trabalho de harmonização entre várias entidades, vogais da comissão de normalização CT 14 – Normalização sobre madeiras, no âmbito do IPQ – Instituto Português da Qualidade.

O principal conjunto de normas de terminologia diz respeito a versões portuguesas de normas Europeias, da série de normas EN 844.

NP EN 844-1:2001-pt Madeira redonda e serrada; Terminologia; Parte 1: Termos gerais comuns à madeira redonda e madeira serrada;

NP EN 844-2:2001-pt Madeira redonda e serrada; Terminologia; Parte 2: Termos gerais relativos a madeira redonda;

NP EN 844-3:2008-pt Madeira redonda e serrada; Terminologia; Parte 3: Termos relativos a madeira serrada;

NP EN 844-4:2008-pt Madeira redonda e serrada; Terminologia; Parte 4: Termos relativos ao teor de água;

NP EN 844-5:2011-pt Madeira redonda e serrada; Terminologia; Parte 5: Termos relativos às dimensões da madeira redonda;

NP EN 844-6 -- Madeira redonda e serrada; Terminologia; Parte 6: Termos relativos às dimensões da madeira serrada; (aguarda publicação),

NP EN 844-7:2008-pt Madeira redonda e serrada; Terminologia; Parte 7: Termos relativos à estrutura anatómica da madeira;

NP EN 844-8:2008-pt Madeira redonda e serrada; Terminologia;
Parte 8: Termos relativos às singularidades da madeira redonda;

NP EN 844-9:2014 Madeira redonda e serrada; Terminologia;
Parte 9: Termos relativos às singularidades da madeira serrada;

NP EN 844-10:2008-pt Madeira redonda e serrada; Terminologia;
Parte 10: Termos relativos à descoloração e aos ataques de fungos;

10

A close-up photograph of a tree trunk. The top portion shows rough, dark, and textured bark. Below this, a horizontal line separates the bark from a large section of smooth, light-colored wood. The wood has a visible grain and some minor staining or discoloration. The bottom portion of the image shows more rough bark, similar to the top. A semi-transparent green rectangular box is overlaid on the upper part of the image, containing the word 'BIBLIOGRAFIA' in white capital letters.

BIBLIOGRAFIA



AIMMP (2004). Manual de Pavimentos de Madeira. Associação das Indústrias de Madeira e Mobiliário de Portugal. Porto.

Carvalho, A. A. P. (1997). Madeiras Portuguesas. Vol I e Vol. II. Estrutura anatómica. Propriedades. Utilizações. Direção-Geral das Florestas. Lisboa.

Carvalho, Albino. (1970). Produção e exploração de madeiras. Aspectos tecnológicos. INII. Lisboa.

Carvalho, Albino. (1970). Produção e exploração de madeiras. Aspectos tecnológicos. Instituto Nacional de Investigação Industrial. Lisboa

Carvalho, J.P.; Santos, J.A.; Reimão, D.C.. (2005). O Carvalho Negral. Programa Agro – UTAD. Vila Real.

Carvalho, J.P.; Santos, J.A.; Reimão, D.C.. (2007). Árvores e Florestas de Portugal - A Valorização dos Carvalhais. Capítulo - Utilizações do Carvalho-roble. Fundação Luso Americana, Público e LPN. Lisboa.

Carvalho, J.P.; Santos, J.A.; Reimão, D.C.; Santos, J.M. . (2007). Árvores e Florestas de Portugal - A Valorização dos Carvalhais. Capítulo - A Valorização dos Carvalhais. Fundação Luso Americana, Público e LPN. Lisboa.

CEN/TR 12872:2014-en - Wood-based panels; Guidance on the use of load-bearing boards in floors, walls and roofs

CEN/TS 12872:2007-en - Wood-based panels; Guidance on the use of load-bearing boards in floors, walls and roofs

EN 12246:1999 - Quality classification of timber used in pallets and packaging

EN 12246:1999 Classificação da qualidade de madeira serrada para paletes e embalagem

EN 12248:1999 - Sawn timber used in industrial packaging - Permitted deviations and preferential sizes

EN 12249:1999 - Sawn timber used in pallets - Permitted deviations and guidelines for dimensions

EN 12369-2:2011-en - Wood-based panels; Characteristic values for structural design; Part 2: Plywood

EN 12871:2013-en - Wood-based panels; Determination of performance characteristics for load bearing panels for use in floors, roofs and walls

EN 13227:2002-en - Revestimentos de piso em madeira; Produtos em lamparquete maciço

EN 13228:2011-en - Wood flooring; Solid wood overlay flooring elements including blocks with an interlocking system

EN 13353:2008+A1:2011-en - Solid wood panels (SWP); Requirements

EN 13382:2002 - Flat pallets for materials handling - Principal dimensions

EN 13545:2002 - Pallet superstructures - Pallet collars - Test methods and performance requirements

EN 13629: 2002 – Wood flooring – Solid pre-assembled hardwood board

EN 13629:2012-en - Wood flooring; Solid individual and pre-assembled hardwood boards

EN 13698-1:2003 - Pallet production specification - Part 1: Construction specification for 800 mm x 1200 mm flat wooden pallets

EN 13810-1:2002-en - Wood-based panels; Floating floors; Part 1: Performance specifications and requirements

EN 13986:2004-en - Painéis à base de madeira para uso na construção; Características, avaliação da conformidade e marcação

EN 13990:2004-en - Wood flooring; Solid softwood floor boards

EN 14220:2006-en - Timber and wood-based materials in external windows, external door leaves and external doorframes; Requirements and specifications

EN 14221:2006-en - Timber and wood-based materials in internal windows, internal door leaves and internal doorframes; Requirements and specifications

EN 14342:2013-en - Wood flooring; Characteristics, evaluation of conformity and marking

EN 14915:2011 - Solid wood panelling and cladding — Characteristics, evaluation of conformity and marking

EN 14915:2013-en - Solid wood panelling and cladding; Characteristics, evaluation of conformity and marking

EN 15197:2007-en - Wood-based panels; Flaxboards; Specifications

EN 1534:2010-en - Wood flooring; Determination of resistance to indentation; Test method

EN 15644:2008-en - Traditionally designed prefabricated stairs made of solid wood; Specifications and requirements

EN 316:2009-en - Aglomerado de fibras de madeira; Definição, classificação e símbolos

EN 942 - Timber in joinery —General classification of timber quality

EN ISO 12215-3:2002-en - Embarcações pequenas; Construção do casco e escantilhões; Parte 3: Materiais: Aço, ligas de alumínio, madeira, outros materiais (ISO 12215-3:2002)

Lista produtos com marcação CE:

http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=OJ:JO-C_2015_226_R_0004&from=PT

Data da consulta: 20-Jul-2015.

ISO 8611-1:2011 Pallets for materials handling - Flat pallets - Part 1: Test methods

ISO 8611-2:2011 Pallets for materials handling - Part 2: Performance requirements and selection of tests

ISO 8611-3:2011 Pallets for materials handling - Flat pallets - Part 3: Maximum working loads.

NP 4487:2012 - Madeira e embalagens de madeira de Resinosas.

Tratamento fitossanitário pelo calor para eliminação do nemátode da madeira do pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*) e outros organismos prejudiciais

NP EN 13227:2013-pt - Revestimentos de piso em madeira; Produtos em lamparquete maciço

NP EN 13756:2013-pt - Revestimentos de piso em madeira; Terminologia

NP EN 13986:2004+A1:2015-en - Wood-based panels for use in construction; Characteristics, evaluation of conformity and marking

NP EN 927-6:2014-pt - Tintas, vernizes e revestimentos por pintura; Produtos de pintura e esquemas de pintura para madeira em exteriores; Parte 6: Envelhecimento artificial dos revestimentos para madeira por exposição a lâmpadas fluorescentes de UV e a água

NP EN ISO 17225-2:2014-en - Solid biofuels; Fuel specifications and classes; Part 2: Graded wood pellets (ISO 17225-2:2014)

NP EN ISO 17225-3:2014-en - Solid biofuels; Fuel specifications and classes; Part 3: Graded wood briquettes (ISO 17225-3:2014)

Tsoumis, G., [1991]. Science and Technology of Wood. Structure, Properties, Utilization. Van Nostrand Reinhold, 494 pp.

11



ÍNDICE

REMISSIVO



carpintaria, 31
carvalho negral, 51
ciclo de vida da madeira, 95
classificação da qualidade, 20
coeficiente de transferência de calor, 88
critérios de aceitação e rejeição, 40
decks, 34
eficiência energética, 87
embalagem de madeira, 19
embalagens, 19
emissões de CO₂, 88
eucalipto, 37
factor U, 88
isolamento térmico, 32
pinho bravo, 19
poder calorífico, 99
Requisitos mínimos de qualidade, 22
revestimento de piso, 75
revestimentos de piso no exterior, 34
Singularidades, 13

SOBRE O AUTOR

José António dos Santos, licenciado em **Engenharia Mecânica**, terminado em 1975 na Universidade de Luanda e especialização em **Ciência dos Materiais** na Universidade Nova de Lisboa terminada em 1978. Doutorado em **Mecânica dos Materiais** pela Universidade do Minho, terminado em 2007. Membro sénior da Ordem dos Engenheiros com a cédula nº 13178.

Trabalhou no ex-INETI durante 38 anos, sendo responsável pela Unidade de Tecnologia da Madeira de 1992 até 2014, chegando à categoria de Investigador Principal por concurso. No laboratório dinamizou e participou em 14 projetos nacionais e internacionais de investigação aplicada, em temas como máquinas e ferramentas para trabalhar madeira, secagem de madeiras e novos produtos.

Professor convidado da Universidade do Minho entre 2000 e 2007, nas disciplinas de Tecnologia e Conhecimentos da Madeira, Anteprojecto Mecânico e Estruturas Especiais, do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica.

Comunicações em congressos e artigos publicados em revistas científicas e técnicas, num total de 47 trabalhos apresentados.

Autor e co-autor dos seguintes livros e capítulos de livros: SANTOS, J.A. (1989). **“Colagem de madeira - Contribuição para melhoramento das ligações coladas e valorização tecnológica de madeiras nacionais”**. INETI. 2ª Ed. Lisboa; Carvalho, J. P.; Santos, J. A., et al. (2005). **“O Carvalho Negral”**. UTAD – CEGE. Vila Real; José Santos; João P. Carvalho; Joana Santos (2012). **Oaks - Ecology, Types and Management**. Nova Science Publishers, New York. Capítulo IV. (pág.119-150); Fernando Sanz, et al., José A. Santos, (2007). **Aplicações Industriais do Pinheiro Bravo**. Centro de Innovación e Servizos Tecnolóxicos da Madera de Galicia. Tradução AIMMP. Porto; Joaquim Sande Silva, et al. (2007). **Árvores e Florestas de Portugal – Os Carvalhais - Um Património a Conservar**. Capítulo II e III. Público, Comunicação Social SA. Lisboa.

