

NORMALIZAÇÃO TÉCNICA PARA DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE MADEIRAS

Leandro Calegari¹, Carina Cristina Agnes Calegari², Pedro Jorge Goes Lopes³, Darci Alberto Gatto⁴, Diego Martins Stangerlin⁵

Resumo: Devido à influência de inúmeros fatores, a determinação das propriedades tecnológicas de qualquer material deve ser realizada de maneira padronizada para que as mesmas possam ser comparáveis em diferentes épocas e locais, ou seja, devem seguir normas técnicas. Este estudo discorre inicialmente sobre as normalizações técnicas e seus níveis, concentrando-se posteriormente nas normas técnicas destinadas à caracterização das propriedades físicas e mecânicas da madeira maciça a partir de pequenas peças (corpos de prova) livres de defeitos. Posteriormente são tabeladas algumas normas técnicas conforme estabelecido pelos principais organismos normalizadores.

Palavras-chave: padronização; COPANT; ASTM; ABNT; qualidade da madeira.

NORMALIZATION FOR DETERMINING PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES IN WOODS

Abstract: Due to influence of many factors, determination of any material properties must be performed in a standardized way so that they may be compared through different times and places, that is, it must be done following standards. This study discusses initially on normalization and technical levels, focusing on standards addressed for the characterization of physical and mechanical properties of solid woods departing from small pieces (specimens) with no defects. Finally, some standards are fixed as established by the main standard organisms.

Keywords: Standardization; COPANT; ASTM; ABNT; wood quality.

¹ Dr., Professor Adjunto da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), <calegari@cstr.ufcg.edu.br>.

² Licenciada em Estudos Sociais e Bacharel em Geografia. Pós-graduada em Educação Ambiental, Faculdade Integradas de Patos (FIP), Patos, PB, <carinaagnes@yahoo.com.br>.

³ Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal. Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq). Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, UFCG, CSTR, <pj.tm@hotmail.com>.

⁴ Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Curso de Engenharia Industrial Madeireira, UFPel, <darciatto@yahoo.com>.

⁵ Dr., Professor Adjunto do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus de Sinop. Sinop, MT, <stangerlin@ufmt.br>.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento das propriedades da madeira, assim como de qualquer outro material (ex.: aço, cimento, plásticos, polímeros), é o pré-requisito básico para sua correta utilização.

Consideram-se como principais atributos da madeira as propriedades físicas (higroscopicidade, massa específica, retratibilidade etc.), mecânicas (flexão estática, cisalhamento, compressão, tenacidade etc.), organolépticas (cor, cheiro, sabor, textura etc.), térmicas, elétricas e acústicas (TSOUMIS, 1991).

A partir do conhecimento dessas propriedades é que são selecionadas madeiras de diferentes espécies ou clones para seu uso adequado (ex.: estrutural, decorativo, energético, isolamento térmico, acústico etc.), assim como são especificadas as devidas alterações para adaptá-las a determinado uso (ex.: conversão em painéis de madeira reconstituída, impregnação com produtos preservativos e ignífugos etc.). Obviamente, fatores adicionais devem ser levados em consideração, tais como disponibilidade do material, e ainda questões econômicas e legais.

O conhecimento dessas propriedades da madeira é adquirido por testes realizados em laboratórios especializados, levando em consideração os fatores de variação dos resultados inerentes ao próprio material (ex: espécie, porção do tronco etc.) e ao método de execução dos ensaios (ex: carga aplicada, tamanho dos corpos de prova etc.).

A influência desses diversos fatores é minimizada quando os ensaios são realizados segundo procedimentos padronizados, descritos em Normas Técnicas, permitindo que esses resultados possam ser posteriormente comparáveis no tempo e no espaço.

O presente estudo realiza uma abordagem sobre a normalização técnica e seus níveis, dirigindo-se posteriormente à normalização relativa à determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira maciça a partir de corpos de prova de pequenas dimensões e livres de defeitos. A partir disto são tabeladas algumas normas técnicas conforme estabelecido pelos principais organismos normalizadores.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A normalização técnica

A normalização constitui uma atividade que estabelece prescrições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem, em um dado contexto (ABNT, 2006b).

As normas técnicas, consequência da normalização, são documentos estabelecidos por consenso de interessados (ex.: produtores, fornecedores, consumidores, institutos de pesquisa, universidades, governo etc.), baseados em resultados consolidados da ciência, desenvolvidas por Comitês Técnicos (CTs), e aprovado por um organismo reconhecido, tal como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no Brasil, *Comisión Panamericana de Normas Técnicas* (COPANT) na América do Sul e a *International Standardization Organization* (ISO) a nível mundial (ABNT, 2006a; ABNT, 2006b).

As normas técnicas podem estabelecer requisitos de qualidade, desempenho, segurança (fornecimento, uso ou destinação final), procedimentos, padronizar formas, dimensões, tipos, usos, fixar classificações ou terminologias e glossários, definir a maneira de medir ou determinar as características. Observa-se, dessa forma, que existem diferentes tipos de normas: Procedimentos, Especificação, Método de análise, Método de ensaio, Padronização, Terminologia e Simbologia (CNI, 2001).

Geralmente o emprego de normas técnicas é de uso voluntário; isto é, não são obrigatórias (CNI, 2001). No entanto, o profissional deverá ter consciência das consequências de sua não utilização, tal como tornar uma pesquisa ou serviço inválido.

Observa-se, portanto, que as normas técnicas proporcionam importantes benefícios, tais como fornecer regras, melhorar a adequação de produtos e serviços, contribuindo para evitar barreiras comerciais e facilitando a cooperação tecnológica (ABNT, 2006b).

2.2 Níveis de normalização técnica

A normalização pode ser desenvolvida em diferentes níveis: internacional, regional, nacional e local (Figura 1).



Figura 1. Níveis de normalização e exemplos de respectivos organismos normalizadores.
Figure 1. Normalization levels and examples of standard organisms.

As normas internacionais são estabelecidas por organismo internacional de normalização, resultantes de acordos entre países, para a aplicação em escala mundial. O principal é o *International Organization for Standardization* (ISO), que coordena entidades normalizadoras de níveis inferiores (regional, nacional e local), atuando na maioria dos setores. As normas ISO, assim como todas as demais, são voluntárias, cabendo aos países decidirem se as adotam como normas nacionais. A adoção de uma norma ISO como Norma Brasileira, por exemplo, recebe a designação NBR ISO (CNI, 2001).

As normas regionais são estabelecidas por um organismo regional de normalização integrado por um grupo de países, geralmente vinculados a determinado bloco econômico, tal como a *Comisión Panamericana de Normas Técnicas* (COPANT) na América do Sul. De forma semelhante, na União Européia, o *Comité Européen de Normalisation* (CEN) é a entidade regional de normalização para a maioria dos setores. As entidades regionais participam como membros das internacionais (SILVA, 2006).

As normas nacionais são estabelecidas por um organismo nacional para aplicação numa determinada nação. Em cada país, normalmente, existe uma entidade nacional de normalização (CNI, 2001). No Brasil, as normas técnicas são elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As normas técnicas da ABNT foram inicialmente codificadas segundo a sua finalidade: NB - Norma de procedimento e cálculo; MB - Método; PB - Padronização; TB - Terminologia; CB - Classificação, SB - Simbologia e EB -

Especificação. Porém, atualmente são designadas somente como NBR, acrônimo de Norma Brasileira (ABNT, 2006a).

Normas locais são aquelas elaboradas por empresas ou grupo de empresas, universidades, órgãos governamentais etc., que têm o seu sistema interno de normalização com a finalidade de estabelecer os requisitos das suas aquisições entre fornecedores, padronizar a qualidade dos serviços e produtos, reduzir custos, evitar acidentes, etc. Geralmente são mais restritivas (exigentes) do que as normas de níveis superiores (CNI, 2001).

2.3 Principais normas técnicas na determinação das propriedades físico-mecânicas da madeira

Em todos os ramos da produção tecnológica existem normas técnicas, sendo que na determinação das propriedades da madeira isso não é diferente. Existem normas técnicas que estabelecem a melhor maneira para realização de análises físicas, químicas, anatômicas, assim como para o controle de qualidade de madeiras serradas, beneficiadas, tratadas e de painéis de madeira reconstituída (compensados, aglomerados, chapas de fibras).

Entre alguns dos conceituados organismos de normalização relacionados à madeira estão a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), *American Society for Testing and Materials* (ASTM), *American National Standards Institute* (ANSI), *American Wood-Preservers' Association* (AWPA), *Comisión Panamericana de Normas Técnicas* (COPANT), *International Standardization Organization* (ISO), *Association Française de Normalisation* (AFNOR), *Deutsches Institut für Normung* (DIN), *British Standards Institution* (BSI), *Instituto Nacional de Normalización* (INN), *Instituto Argentino de Racionalización de Materiales* (IRAM) e *Asociación Española de Normalización y Certificación* (AENOR).

Para a madeira, as principais propriedades físicas são higroscopicidade, massa específica e retratibilidade; e dentre as mecânicas, destacam-se as seguintes: resistência a esforços de compressão, flexão, tração, cisalhamento, fendilhamento etc. Para uso final específico, há necessidade de certa combinação dessas propriedades. Por exemplo, madeiras para uso estrutural, ou seja, que ficarão submetidas a esforços, as resistências à flexão estática, cisalhamento e compressão paralela e perpendicular à grã são as mais importantes (TSOUMIS, 1991).

A determinação das características físico-mecânicas das madeiras constitui base para: a) determinar o melhor uso para cada espécie; b) ampliar o número de espécies utilizadas; c)

propiciar maior produção por unidade de área florestal; d) favorecer a comercialização, através de informações sobre espécies ainda pouco conhecidas (LOPES et al., 1983).

Para IBAMA (1997), a caracterização tecnológica de madeiras pouco conhecidas disponibiliza dados essenciais que incentivam a introdução destas espécies nos mercados nacional e internacional, oferecendo alternativas àquelas espécies cujas reservas estejam se esgotando. Além disso, possibilita colocar no mercado um volume adicional de matéria-prima a preço mais competitivo, reduzindo a exploração seletiva e o desperdício.

A determinação das propriedades físico-mecânicas de madeiras é realizada com ensaios de laboratório, utilizando equipamentos próprios para essa finalidade e seguindo normas técnicas. As mais utilizadas para este objetivo referem-se a métodos de ensaio, os quais especificam basicamente a amostragem, formas e dimensões de corpos de prova, precisão das medições, procedimentos, fórmulas de cálculo, realização dos ensaios e apresentação dos resultados (RABELO; FRANCO, 1986; ARAÚJO, 2007). Desse modo, considerando uma mesma norma técnica, os resultados obtidos para o material são semelhantes e reproduzíveis em qualquer época e local. Nessas condições, portanto, podem-se comparar os dados obtidos e uniformizar futuras investigações (BERALDO, 1987).

Tradicionalmente, a determinação das propriedades físico-mecânicas da madeira tem sido realizada pelo ensaio de amostras de madeira de pequenas dimensões e livres de defeitos. Existem também aqueles realizados em peças de madeira de tamanho estrutural (ASTM, 2003), sob condições similares àquelas encontradas em serviço. Embora tais ensaios conduzam à obtenção de valores mais representativos, esses são mais dispendiosos por necessitarem de maior quantidade de material, equipamentos mais sofisticados para suas execuções e maior custo de transporte (LISBOA et al., 1993). Adicionalmente, existem as técnicas não-destrutivas onde, de modo diferente dos anteriores, o material é analisado sem que ocorra sua destruição. Dentre as técnicas não-destrutivas aplicadas à madeira destacam-se os baseados no ultrassom (MINÁ et al., 2004), vibração transversal (TARGA et al., 2005) e ondas de tensão ou *stress wave* (DEL MENEZZI et al., 2010).

Conforme ASTM (2000), ensaios em pequenas peças de madeira (corpos de prova) são realizadas com o objetivo de fornecer dados para comparar as propriedades entre diferentes espécies, realizar cálculo de estruturas e determinar a influência de fatores (ex.: sítio, tratamentos químicos, variação interna do tronco etc.) sobre as propriedades da madeira.

No caso de ensaios físico-mecânicos de madeiras quando do uso de pequenos corpos de prova isentos de defeitos, as normas mais utilizadas mundialmente são as norte-americanas (ASTM) e as interamericanas (COPANT). Tem-se ainda o antigo Método Brasileiro MB 26

de 1940, reeditado em 1980 como NBR 6230, correspondente à NBR 7190, de 1997, atual norma brasileira para a determinação das propriedades das madeiras (LOGSDON et al., 2008).

Referindo-se à determinação das propriedades físicas e mecânicas, as normas COPANT são praticamente iguais às normas ASTM, o que possibilita a comparação direta dos resultados dos testes quando realizados por qualquer uma dessas normas (LOPES et al., 1983; SANTINI, 1984; IBDF, 1988). Já no caso de comparação entre as normas ASTM ou COPANT com as da ABNT, assim como entre outras normas não semelhantes, deve-se aplicar algum fator de correção para compará-las (RABELO; FRANCO, 1986; OLIVEIRA et al., 2006), conforme exemplificado na Tabela 1.

Tabela 1. Ajustes de valores para as normas COPANT em função de valores obtidos pela norma ABNT MB 26. Fonte: Adaptado de Rabelo; Franco (1986).

Table 1. Values adjustments for COPANT according to values obtained in ABNT MB 26. Source: Adapted from Rabelo; Franco (1986).

| Propriedade mecânica | Equação |
|---|--|
| Módulo de ruptura (MOR) na flexão estática | $MOR_{COPANT} = 62,29 + 0,801 MOR_{ABNT}$ |
| Módulo de elasticidade (MOE) na flexão estática | $MOE_{COPANT} = 27,255 + 0,583 MOE_{ABNT}$ |
| Resistência máxima à compressão axial (Fc) | $Fc_{COPANT} = 40,64 + 0,768 Fc_{ABNT}$ |
| Resistência máxima ao cisalhamento (Fv) | $Fv_{COPANT} = 23,41 + 0,651 Fv_{ABNT}$ |

Na determinação das propriedades físico-mecânicas de espécies amazônicas, Lopes et al. (1983) basearam-se nas normas COPANT e justificaram que essa iniciativa derivou no fato de que várias espécies latino-americanas de regiões tropicais já foram e têm sido testadas em laboratórios dos Estados Unidos, Venezuela, Colômbia, Costa Rica, Guatemala e Peru por meio das normas ASTM (equivalentes às normas COPANT). Isso possibilitou a comparação dos resultados médios obtidos nos países citados com os realizados nas espécies amazônicas.

Inclusive considerando-se uma mesma norma técnica, deve-se certificar se os resultados podem ser comparados diretamente. Referindo-se à flexão estática, por exemplo, as normas COPANT 555, de 1973, e ASTM D143, de 2009, estabelecem o método primário e secundário, os quais se baseiam na variação da secção transversal dos corpos de prova, não permitindo sua comparação direta.

No entanto, em estudo comparativo, não foi observada diferenças entre corpos de prova de distintas secções transversais (5 x 5 cm e 2 x 2 cm). As propriedades investigadas incluíram flexão estática, compressão axial e perpendicular à grã, cisalhamento paralelo à grã e dureza (RAJPUT et al., 1980).

Algumas normas técnicas relativa a determinação das propriedades físicas e mecânicas de madeiras segundo seus organismos normalizadores são apresentadas nas Tabelas 2 a 9. Demais normas técnicas podem ser encontradas nos *sites* das respectivas associações e órgãos responsáveis por estes documentos, tais como as que versam sobre biodeterioração e preservação de madeiras (Tabela 10).

Tabela 2. Algumas normas técnicas da *International Standardization Organization* relacionadas à determinação das propriedades físico-mecânicas da madeira. Fonte: Adaptado de ISO (2011).

Table 2. Some technical standards from *International Standardization Organization* related to determination of physical-mechanical properties of wood. Source: Adapted from ISO (2011).

| Denominação | Título |
|-----------------|---|
| ISO 9086-1,1987 | Wood - Methods of physical and mechanical testing - Vocabulary - Part 1: General concepts and macrostructure |
| ISO 3129, 2012 | Wood - Sampling methods and general requirements for physical and mechanical testing of small clear wood specimens |
| ISO 4471, 1982 | Wood - Sampling sample trees and logs for determination of physical and mechanical properties of wood in homogeneous stands |
| ISO 3130, 1975 | Wood - Determination of moisture content for physical and mechanical tests |
| ISO 3131, 1975 | Wood - Determination of density for physical and mechanical tests |
| ISO 4469, 1981 | Wood - Determination of radial and tangential shrinkage |
| ISO 4858, 1982 | Wood - Determination of volumetric shrinkage |
| ISO 4859, 1982 | Wood - Determination of radial and tangential swelling |
| ISO 4860, 1982 | Wood - Determination of volumetric swelling |
| ISO 3132, 1975 | Wood - Testing in compression perpendicular to grain |
| ISO 3133, 1975 | Wood - Determination of ultimate strength in static bending |
| ISO 3345, 1975 | Wood - Determination of ultimate tensile stress parallel to grain |
| ISO 3346, 1975 | Wood - Determination of ultimate tensile stress perpendicular to grain |
| ISO 3347, 1976 | Wood - Determination of ultimate shearing stress parallel to grain |
| ISO 3349, 1975 | Wood - Determination of modulus of elasticity in static bending |
| ISO 3350, 1975 | Wood - Determination of static hardness |
| ISO 3348, 1975 | Wood - Determination of impact bending strength |

Tabela 3. Algumas normas técnicas da *American Society for Testing and Materials* relacionadas às propriedades físico-mecânicas de madeiras. Fonte: Adaptado de ASTM (2012).

Table 3. Some technical standards from *American Society for Testing and Materials* related to determination of physical-mechanical properties of wood. Source: Adapted from ASTM (2012).

| Denominação | Título |
|---------------------|---|
| ASTM D5536-94, 2010 | Standard practice for sampling forest trees for determination of clear wood properties |
| ASTM D143-09, 2009 | Standard test methods for small clear specimens of timber |
| ASTM D4442-07, 2007 | Standard test methods for direct moisture content measurement of wood and wood-base materials |

Tabela 4. Algumas normas técnicas da *Comisión Panamericana de Normas Técnicas* relacionadas à determinação de propriedades físico-mecânicas de madeiras. Denominação secundária entre parênteses. Fonte: Adaptado de COPANT (2009).

Table 4. Some technical standards from *Comisión Panamericana de Normas Técnicas* related to determination of physical-mechanical properties of wood. Secondary denomination between parentheses. Source: Adapted from COPANT (2009).

| Denominação | Título |
|----------------------------|--|
| COPANT 182, 1969 | Maderas. Glosario de términos usados en anatomía |
| COPANT 185, 1969 | Maderas: Terminología |
| COPANT 458, 1972 | Maderas: selección y colección de muestras |
| COPANT 459, 1972 | Maderas: acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos |
| (COPANT 30: 1-002, 1971) | |
| COPANT 460, 1972 | Maderas: métodos de determinación de la humedad |
| (COPANT 30: 1-003, 1971) | |
| COPANT 461, 1972 | Maderas: método de determinación del peso específico aparente |
| (COPANT 30: 1-004, 1971) | |
| COPANT 462, 1972 | Maderas: método de determinación de la contracción |
| (COPANT 30: 1-005, 1971) | |
| COPANT 463, 1972 | Maderas: método de determinación del cizallamiento paralelo al grano |
| (COPANT 30: 1-007, 1971) | |
| COPANT 464, 1972 | Maderas: método de determinación de la compresión axial o paralela al grano |
| (COPANT 30: 1-008, 1971) | |
| COPANT 465, 1972 | Maderas: método de determinación de la dureza |
| (COPANT 30: 1-009, 1971) | |
| COPANT 466, 1972 | Maderas: método de determinación de la compresión perpendicular al grano |
| (COPANT 30: 1-011, 1971) | |
| COPANT 555, 1973 | Maderas: método de ensayo de flexión estática |
| (COPANT 30: 1-006, 1972) | |
| COPANT 741, 1975 | Maderas: método de ensayo de resistencia al clivaje |
| (COPANT 30: 1-014, s.d.) | |
| COPANT 742, 1975 | Maderas: método de ensayo de tracción paralela al grano |
| (COPANT 30: 1-015 B, s.d.) | |
| COPANT 743, 1975 | Maderas: método de ensayo de tracción perpendicular al grano |
| (COPANT 30: 1-016, s.d.) | |
| COPANT 744, 744 | Maderas: método de extracción de clavos |
| (COPANT 30: 1-017, s.d.) | |
| COPANT 556, 1973 | Maderas: método de ensayo de tenacidad |
| (COPANT 30: 1-010, 1971) | |
| COPANT 1461, 1981 | Maderas: Clasificación a partir de sus características físico mecánicas |

Tabela 5. Algumas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas relacionadas às propriedades físico-mecânicas de madeiras. Denominação secundária entre parênteses. Fonte: Adaptado de ABNT (2012).

Table 5. Some technical standards from *Brazilian Association for Standardization* related to determination of physical-mechanical properties of wood. Secondary denomination between parentheses. Source: Adapted from ABNT (2012).

| Denominação | Título |
|--|--|
| ABNT NBR 14660, 2004 | Madeira - Amostragem e preparação para análise |
| ABNT NBR 11941, 2003 (ABNT/MB 1269) | Madeira - Determinação da densidade básica |
| ABNT NBR 7190, 1997 (ABNT/NB 11) | Projeto de estruturas de madeira |

Tabela 6. Algumas normas técnicas do *Instituto Nacional de Normalización* relacionadas às propriedades físicas e mecânicas de madeiras. Fonte: Adaptado de INN (2012).

Table 6. Some technical standards from *Instituto Nacional de Normalización* related to determination of physical-mechanical properties of wood. Source: Adapted from INN (2012).

| Denominação | Título |
|-----------------|---|
| NCh 968, 1986 | Madera - Selección, obtención y acondicionamiento de muestras y probetas para la determinación de propiedades físicas y mecánicas |
| NCh 176/2, 1986 | Madera - Parte 2: Determinación de la densidad |
| NCh 176/3, 1984 | Madera - Parte 3: Determinación de la contracción radial y tangencial |
| NCh 976, 1986 | Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de cizalle paralelo a las fibras |
| NCh 969, 1986 | Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Condiciones generales para los ensayos |
| NCh 987, 1986 | Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de flexión estática |
| NCh 974, 1986 | Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de compresión perpendicular a las fibras |
| NCh 977, 1986 | Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de clivaje |
| NCh 986, 1986 | Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de tenacidad |
| NCh 973, 1986 | Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de compresión paralela |
| NCh 978, 1986 | Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de dureza |
| NCh 975, 1986 | Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de tracción perpendicular a las fibras |
| NCh 979, 1986 | Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de extracción de clavo |

Tabela 7. Algumas normas técnicas da *Asociación Española de Normalización y Certificación* relacionadas às propriedades físicas e mecânicas de madeiras. Fonte: Adaptado de AENOR (2010).

Table 7. Some technical standards from *Asociación Española de Normalización y Certificación* related to determination of physical-mechanical properties of wood. Source: Adapted from AENOR (2010).

| Denominação | Título |
|----------------------|---|
| UNE 56534, 1977 | Características físico-mecánicas de la madera. Determinación de la dureza |
| UNE 56532, 1977 | Características físico-mecánicas de la madera. Determinación de la higroscopicidad |
| UNE 56528, 1978 | Características físico-mecánicas de la madera. Preparación de probetas para ensayos |
| UNE-EN 13183-1, 2002 | Contenido de humedad de una pieza de madera aserrada. Parte 1: Determinación por el método de secado en estufa |
| UNE 56531, 1977 | Características físico-mecánicas de la madera. Determinación del peso específico |
| UNE 56533, 1977 | Características físico-mecánicas de la madera. Determinación de las contracciones lineal y volumétrica |
| UNE 56535, 1977 | Características físico-mecánicas de la madera. Determinación de la resistencia a la compresión axial |
| UNE 56542, 1988 | Características físico-mecánicas de la madera. Determinación de la resistencia a la compresión perpendicular a las fibras |
| UNE 56536, 1977 | Características físico-mecánicas de la madera. Determinación de la resistencia a la flexión dinámica |
| UNE 56537, 1979 | Características físico-mecánicas de la madera. Determinación de la resistencia a la flexión estática |
| UNE 56538, 1978 | Características físico-mecánicas de la madera. Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular a las fibras |
| UNE 56543, 1988 | Características físico-mecánicas de la madera. Determinación del esfuerzo cortante |
| UNE 56539, 1978 | Determinación de la resistencia a la hienda. Características físico-mecánicas de la madera |
| UNE 56540, 1978 | Características físico-mecánicas de la madera. Interpretación de los resultados de los ensayos |

Tabela 8. Algumas normas técnicas da *Association Française de Normalisation* relacionadas às propriedades físicas e mecânicas de madeiras. Fonte: Adaptado de AFNOR (2012).

Table 8. Some technical standards from *Association Française de Normalisation* related to determination of physical-mechanical properties of wood. Source: Adapted from AFNOR (2012).

| Denominação | Título |
|------------------|--|
| NF B51-001, 1941 | Bois - Caractéristiques technologiques et chimiques des bois |
| NF B51-002, 1942 | Bois - Caractéristiques physiques et mécaniques des bois |
| NF B51-003, 1985 | Bois - Conditions générales d'essais - Essais physiques et mécaniques |
| NF B51-004, 1985 | Bois - Détermination de l'humidité |
| NF B51-005, 1985 | Bois - Détermination de la masse volumique |
| NF B51-006, 1985 | Bois - Détermination du retrait |
| NF B51-007, 1985 | Bois - Essai de compression axiale |
| NF B51-008, 1987 | Bois - Essai de flexion statique - Détermination de la résistance à la flexion statique de petites éprouvettes sans défaut |
| NF B51-009, 1985 | Bois - Essai de flexion dynamique |
| NF B51-010, 1942 | Bois - Essai de traction perpendiculaire aux fibres |
| NF B51-011, 1985 | Bois - Essai de fendage |
| NF B51-012, 1942 | Bois - Essai de cisaillement |
| NF B51-013, 1985 | Bois - Détermination de la dureté Monnin |

Tabela 9. Algumas normas técnicas da *Deutsches Institut für Normung* relacionadas às propriedades físicas e mecânicas de madeiras. Fonte: Adaptado de DIN (2013).

Table 9. Some technical standards from *Deutsches Institut für Normung* related to determination of physical-mechanical properties of wood. Source: Adapted from DIN (2013).

| Denominação | Título |
|-------------------|---|
| DIN 52182, 1976 | Prüfung von Holz; Bestimmung der Rohdichte |
| DIN 52184, 1979 | Prüfung von Holz; Bestimmung der Quellung und Schwindung |
| DIN 52185, 1976 | Prüfung von Holz; Bestimmung der Druckfestigkeit parallel zur Faser |
| DIN 52186, 1978 | Prüfung von Holz; Biegeversuch |
| DIN 52187, 1979 | Prüfung von Holz; Bestimmung der Scherfestigkeit in Faserrichtung |
| DIN 52188, 1979 | Prüfung von Holz; Bestimmung der Zugfestigkeit parallel zur Faser |
| DIN 52189-1, 1981 | Prüfung von Holz; Schlagbiegeversuch; Bestimmung der Bruchschlagarbeit |
| DIN 52192, 1979 | Prüfung von Holz; Druckversuch quer zur Faserrichtung |
| DIN 68364, 2003 | Kennwerte von Holzarten - Rohdichte, Elastizitätsmodul und Festigkeiten |

Tabela 10. Algumas normas técnicas relacionadas à deterioração e preservação de madeiras. Denominação secundária entre parênteses. Fonte: Adaptado de COPANT (2009), AENOR (2010), ISO (2011), ABNT (2012), AFNOR (2012), INN (2012), ASTM (2012), AWWA (2012) e DIN (2013).

Table 10. Some technical standards related to wood deterioration and preservation. Secondary denomination between parentheses. Source: Adapted from COPANT (2009), AENOR (2010), ISO (2011), ABNT (2012), AFNOR (2012), INN (2012), ASTM (2012), AWWA (2012) and DIN (2013).

| Denominação | Título |
|----------------------|--|
| ISO 21887, 2007 | Durability of wood and wood-based products - Use classes |
| COPANT 1462, 1981 | Maderas: Preservación. Terminología. |
| COPANT 1351, 1981 | Maderas preservadas. Preservadores cromo cobre - arsénico (CCA). Requisitos y clasificación |
| ASTM D1413, 2007 | Standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures |
| ASTM D2017, 2005 | Standard test method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods |
| ASTM D3345, 2008 | Standard test method for laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistance to termites |
| ABNT NBR 6232, 2013 | Penetração e retenção de preservativos em madeira tratada sob pressão |
| ABNT NBR 16143, 2013 | Preservação de madeiras – Sistema de categoria de usos |
| ABNT NBR 9480, 2009 | Peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais – Requisitos |
| NCh 630, 1998 | Madera - Preservación - Terminología |
| NCh 631, 2003 | Madera preservada - Extracción de muestras |
| NCh 755, 1996 | Madera - Preservación - Medición de la penetración de preservantes en la madera |
| NCh 2284, 1995 | Maderas - Preservantes - Métodos de muestreo |
| UNE-EN 351-1, 2008 | Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Madera maciza tratada con productos protectores. Parte 1: Clasificación de las penetraciones y retenciones de los productos protectores. |
| UNE 56425, 1991 | Ensayo de campo para determinar la eficacia relativa de un protector de madera en contacto con el suelo. |
| AWPA M5-04, 2004 | Glossary of terms used in wood preservation |
| AWPA A4-11, 2011 | Standard methods for sampling wood preservatives |
| AWPA E10-11, 2011 | Standard method of testing wood preservatives by laboratory soil-block cultures |
| AWPA A12-03, 2003 | Wood densities for preservative retention calculations |
| AWPA E10-06, 2006 | Standard method of testing wood preservatives by laboratory soil-block cultures |
| AWPA E22-09, 2009 | Standard accelerated laboratory method for testing the efficacy of preservatives against wood decay fungi using compression strength |
| XP X41-590, 2007 | Produits de préservation du bois - Estimation d'un temps de fixation |
| NF EN 12490, 2010 | Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Bois massif traité avec un produit de préservation - Détermination de la pénétration et de la rétention de créosote dans le bois traité |
| NF X40-101, 2008 | Produits de préservation du bois - Critères d'identification |
| DIN 52161-7, 1985 | Prüfung von Holzschutzmitteln; Nachweis von Holzschutzmitteln im Holz; Bestimmung des Gehaltes von kupfer- und chromhaltigen Holzschutzmitteln |

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As normas técnicas descritas pela *Comisión Panamericana de Normas Técnicas* (COPANT) e *American Society for Testing and Materials* (ASTM), tradicionalmente utilizadas para a determinação das propriedades físicas e mecânicas a partir de corpos de prova de madeira com pequenas dimensões e livres de defeito, dificilmente serão substituídas nos laboratórios de tecnologia da madeira. Isso deve-se à quantidade de estudos já desenvolvidos a partir destas, facilidade de execução e pelo reduzido custo financeiro.

A obediência a essas normas técnicas trata-se de uma característica fundamental sendo que permite comparações de estudos realizados em diferentes épocas e locais, possibilitando o intercâmbio de informações e uniformizando futuras investigações, favorecendo assim a comercialização desse recurso natural.

Devido a situações específicas, tais como a falta de equipamentos ou disponibilidade de procedimentos mais ágeis (ex.: uso de sistema eletrônico), as normas técnicas podem ser utilizadas com adaptações, as quais, no entanto, devem ser descritas no respectivo relatório técnico.

4 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Associação Brasileira de Normas Técnicas:** desde 1940 promovendo a normalização no Brasil. Rio de Janeiro: ABNT. 2006a. 146 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Normalização e atividades relacionadas:** vocabulário geral. 2ª Ed. ABNT ISO/IEC GUIA 2, Rio de Janeiro: ABNT. 2006b. 15 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT Catálogo.** 2012. Disponível em <www.abntcatalogo.com.br/default.aspx>. Acesso em: 15 mai. 2012.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR). **Catálogo de Normas UNE.** 2010. Disponível em <www.aenor.es/>. Acesso em: 10 mai. 2012.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **D 143 - 94**. Standard methods of testing small clear specimens of timber. Philadelphia: ASTM. 2000. 31 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **D 198 - 02**. Standard test methods of static tests of lumber in structural sizes. Philadelphia: ASTM. 2003. 21 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **Annual Book of ASTM Standards**. 2012. Disponível em <www.astm.org/Standard/index.shtml>. Acesso em: 12 mai. 2012.

AMERICAN WOOD-PRESERVERS' ASSOCIATION (AWPA). **2012 AWWA Book of Standards**. 2012. Disponível em <www.awpa.com/>. Acesso em: 19 mai. 2012.

ARAÚJO, H. J. B. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 399-416, 2007.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR). **Collections de normes**. 2012. Disponível em <www.afnor.org>. Acesso em: 10 jan. 2013.

BERALDO, A. L. **Métodos computacionais visando adaptar dados anatômicos, físicos e mecânicos de madeiras brasileiras para a sua utilização tecnológica**. 1987. 195 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1987.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Normalização, metrologia e avaliação da conformidade**. 2001. Disponível em <www.normalizacao.cni.org.br/>. Acesso em: 09 nov. 2011.

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT). **Catálogo de normas COPANT**. Disponível em <www.copant.org/web/guest/catalogo-de-normas-copant>. Acesso em: 06 fev. 2009.

DEL MENEZZI, C. H. S.; SILVEIRA, R. S.; SOUZA, M. R. Estimativa das propriedades de flexão estática de seis espécies de madeiras amazônicas por meio da técnica não-destrutiva de ondas de tensão. **Acta Amazonica**, Manaus, v.40, n.2, p.325-332, 2010.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN). **Normen**. 2013. Disponível em <www.din.de>. Acesso em: 18 jan. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Madeiras da Amazônia, características e utilizações: Amazônia Oriental**. Vol. 3. Brasília: IBAMA, 1997. 141 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). **Madeiras da Amazônia, características e utilizações: Estação Experimental de Curuá-Una**. Vol. 2. Brasília: IBDF, 1988. 236 p.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). **Catálogo 2012: normas chilenas**. 2012. Disponível em <www.inn.cl/pdfs/catalogonormas/Catalogo_2012_04_Abril.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO Standards**. 2011. Disponível em <www.iso.org/iso/iso_catalogue.htm>. Acesso em: 29 mai. 2012.

LISBOA, C. D. J.; MATOS, J. L. M.; MELO, J. E. **Amostragem e propriedades físico-mecânicas de madeiras amazônicas**. IBAMA: Brasília, 1993. 103 p.

LOGSDON, N. B.; FINGER, Z.; BORGES, C. G. A. Caracterização físico-mecânica da madeira de peroba-mica, *Aspidosperma populifolium* A. DC. (Apocynaceae). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p.11-21, 2008.

LOPES, C. A. C. et al. **Propriedades físico-mecânicas e usos comuns de 30 espécies de madeiras da Amazônia**. Belém: SUDAM, 1983. 97 p.

MINÁ, A. J. S.; OLIVEIRA, F. G. R.; CALIL Jr., C.; DIAS, A. A.; SALES, A. Avaliação não destrutiva de postes de madeira por meio de ultra-som. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.1, n.65, p.188-189, 2004.

OLIVEIRA, J. B.; VALE, A. T.; MELO, J. T. Caracterização mecânica e contração da madeira de *Sclerolobium paniculatum* Vogel cultivado em um plantio homogêneo sob diferentes níveis de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 89-97, 2006.

RABELO, M.; FRANCO, N. **Estudo comparativo entre os métodos para o ensaio de madeira apresentados nas normas COPANT e ABNT**. São Paulo: IPT, 1986. 18 p.

RAJPUT, S. S; SHUKLA, N. K; SHARMA, R. R. Mechanical tests for wood: comparison of test results on large and small size specimens. **Holzforschung und Holzverwertung**, v. 32, n. 5, p.117-120, 1980.

SANTINI, E. J. Propriedades físicas e químicas da madeira de *Quillaja brasiliensis*. **Rev. Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.14, n. 3-4, p. 241-252, 1984.

SILVA, P. P. A. **Metrologia nas normas, normas na metrologia**. 2006. 476 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

TARGA, L. A.; BALLARIN, A. W.; BIAGGIONI, M. A. M. Avaliação do módulo de elasticidade da madeira com uso de método não-destrutivo de vibração transversal. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.2, p. 291-299, 2005.

TSOUMIS, G. **Science and Technology of Wood: structure, properties, utilization**. New York: Van Nostrand Reinhold. 1991. 494 p.