

ADAPTAÇÃO DA NBR 7190 PARA AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DO VIME PARA ARTESANATO

ADAPTATION OF NBR 7190 FOR EVALUATING WICKER PROPERTIES FOR HANDICRAFT

Carlos Alberto Vargas¹ Marilzete Basso do Nascimento² Silvana Nisgoski³
Graciela Inés Bolzon de Muñiz⁴

RESUMO

As diferentes espécies de vime (*Salix* spp.), cultivadas na região do vale do Rio Canoas (Serra Catarinense), possuem grande aplicação em artesanato. A pesquisa de suas propriedades físicas e mecânicas leva em consideração o seu processamento e o manuseio para manufatura, sendo relevantes a densidade das espécies, a flexão dos ramos e a tração de fitas. Neste trabalho são realizadas considerações sobre o emprego da NBR 7190/1997 com vistas à realização de ensaios físicos e mecânicos em vime, avaliando as adaptações realizadas nas equações indicadas pelo documento normativo, na preparação dos corpos de prova e também nos acessórios da máquina de ensaio. Foram reconsiderados aspectos dimensionais das amostras para ensaio de obtenção da massa específica aparente (umidade de 12%), obtida pelos métodos estereométrico e por deslocamento de mercúrio. Em virtude das diferenças dimensionais do material utilizado no artesanato, as análises foram feitas em separado, avaliando-se os ramos para ensaios de flexão e o material transformado em fitas para os de tração, sendo conduzidos mediante pequenas alterações no cutelo e nas garras. Foram adaptadas equações para minimizar a influência do momento de inércia da seção transversal, no caso da flexão. A adaptação da norma NBR 7190/1997 é adequada para a determinação das propriedades do vime, em função das características específicas do material para uso em artesanato.

Palavras-chave: vime; propriedades físico-mecânicas; normas.

ABSTRACT

Different species of wicker (*Salix* spp.), planted in region of Canoas river valley (Serra Catarinense), have application in handicraft. The research of their physical and mechanical properties takes into account the processing and handling to manufacturing, as the density of the relevant species, the bending of the rods and traction of tapes. In this paper considerations are made about the use of NBR 7190/1997 with a view to carry out physical and mechanical tests in wicker, evaluating adjustments made in the equations indicated by the normative document, in the preparation of specimens and also in the testing machine accessories. Dimensional aspects of the test samples to the bulk density (12% moisture) were reconsidered, obtained by the stereometric and by displacement of mercury methods. Because of dimensional differences of the material used in handicraft, the analysis of each test were made separately, evaluating rods for the bend study and the material transformed in tapes for the tension test, being direct with little transformation in cutlass and nipper. The equations were adapted to minimize the influence of inertia moment on transversal section were adapted, in the bend case. For wicker properties analysis, the adaption of wood standard is

- 1 Design, MSc., Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Av. Sete de Setembro, 3165, CEP 80230-901, Curitiba (PR), Brasil. sagravargas@gmail.com
- 2 Designer, Dr^a., Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Av. Sete de Setembro, 3165, CEP 80230-901, Curitiba (PR), Brasil. marilzete131@gmail.com
- 3 Engenheira Florestal, Dr^a., Professora do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Campus III, Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, Bairro Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil. silvana.ufpr@gmail.com
- 4 Engenheira Florestal, Dr^a., Professora do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Campus III, Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, Bairro Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil. graciela.ufpr@gmail.com

Recebido para publicação em 26/04/2011 e aceito em 20/06/2013

suitable.

Keywords: wicker; physical and mechanical properties; standard.

INTRODUÇÃO

A evolução da sociedade está intimamente relacionada com a contínua incorporação de novas necessidades nas áreas de produtos e serviços. O uso de normas técnicas dá suporte a demandas, como as novas exigências de consumidores e mercados, cada vez mais criteriosos e competitivos. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas é o órgão responsável pela normalização técnica no país, previsto no âmbito do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. São necessários esforços no sentido de adaptar os preceitos normativos aos materiais que possuem características dimensionais distintas das previstas em normas. É o caso do ensaio de propriedades físicas e mecânicas do vime. O material é utilizado no artesanato basicamente em dois padrões geométricos, ramos cilíndricos de diferentes comprimentos e fitas, com espessura de até três milímetros e largura variável.

As normas relacionadas às propriedades do vime são escassas. Na América Latina, o Chile possui duas normas para o segmento, instituídas pelo Instituto Nacional de Normalización. A primeira, NCh 2039/1998, versa sobre características físicas do vime, como dimensões e requisitos de qualidade comercial, com o objetivo de gerar padrões para a comercialização. A segunda norma, NCh 2532/2000, possui o título *Muebles de mimbre* – Requisitos, e apresenta os tópicos a serem considerados quando da fabricação de móveis de vime. Esta norma foi baseada em trabalho de origem Filipina para produção de móveis em ratã e preconiza formatos de uniões e testes para componentes estruturais.

No contexto de um projeto de cultivo e industrialização do vime, Garay (2002) apresentou um trabalho de caracterização físico-mecânica de espécies disponíveis em seis regiões de cultivo com base nas normas Chilenas NCh 176 (parte 1 e 2) para a determinação das propriedades físicas da madeira. Para o levantamento das propriedades mecânicas foram assumidas prescrições aplicáveis a ensaios de madeira, sem citação das normas. As condições dimensionais e geométricas dos corpos de prova, os equipamentos e o tratamento estatístico dos ensaios

não foram descritos em detalhes, dificultando a aplicação no material disponível regionalmente. É oportuno citar que o Chile é um país de larga experiência na área florestal e as normas para determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira foram utilizadas como referência para a determinação das mesmas propriedades no vime.

A norma brasileira NBR 7190/1997 prescreve as condições que devem ser seguidas no levantamento da densidade (propriedade física) e propriedades mecânicas da madeira. Assim, foi avaliada com restrições relacionadas às condições geométricas e dimensionais do vime, haja vista ser necessário considerar o momento de inércia das seções retas do material selecionado.

A determinação dos tipos de ensaios a serem efetuados levou em consideração o processamento do material, seu manuseio para a manufatura e as propriedades desejadas no produto produzido (NASCIMENTO et al., 2009). A densidade é uma das mais relevantes propriedades (LOGSDON e CALIL, 2002; LONGSDON et al., 2008) e possui elevada correlação com outras características. Em virtude das diferenças nas dimensões do material utilizado no artesanato, as análises foram feitas em separado, avaliando-se os ramos para ensaios de flexão e o material transformado em fitas para os de tração, sendo conduzidos mediante pequenas alterações nos dispositivos de ensaio. Foram adaptadas equações para minimizar a influência do momento de inércia da seção transversal, no caso da flexão.

Foram estudadas as seguintes espécies: *Salix* spp., *Salix viminalis*, *Salix purpurea*, *Salix x rubens* provenientes da região do vale do Rio Canoas, Estado de Santa Catarina, região sul do Brasil, plantadas em Unidades de Observação, supervisionados pela Empresa Catarinense de Pesquisa e Extensão Agropecuária (EPAGRI). O desenho do experimento contemplou 849 ramos, das quatro espécies referidas, colhidas em sete sítios distintos. Deste total foram avaliadas 116 amostras para as propriedades físicas e mecânicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas as especificações para

ensaios de densidade, tração e flexão da NBR 7190/1997, em seu anexo B, as quais são descritas a seguir.

Densidade

Para o ensaio de densidade, os corpos de prova devem ser isentos de defeito e retirados de regiões afastadas das extremidades de, pelo menos, cinco vezes a menor dimensão da seção transversal da peça considerada, mas nunca menor que 30 cm. Devem ter forma prismática com seção transversal retangular de 2 x 3 cm de lado e comprimento ao longo das fibras de 5 cm. Se a distância radial entre os anéis de crescimento for maior que 4 mm, a seção transversal deve ser aumentada para abranger pelo menos cinco anéis de crescimento.

Com o corpo de prova saturado, determina-se o volume por meio das medidas dos lados da seção transversal e do comprimento, com precisão de 0,1mm. Toma-se mais de uma medida para levar em consideração as imperfeições devidas ao inchamento do corpo de prova.

Na determinação da densidade aparente, a massa e o volume devem ser medidos em corpos de prova com teor de umidade de 12%. Conhecidos os valores calcula-se pela expressão $\rho_{ap} = m_{12} / V_{12}$, onde m_{12} é a massa da madeira, em kg, e V_{12} é o volume da madeira em metros cúbicos, a 12% de umidade.

Para determinar a densidade aparente, o peso do corpo de prova é obtido em balança de precisão, enquanto o volume depende das dimensões e da qualidade geométrica da amostra, sendo efetuado por dois métodos. No primeiro, o estereométrico, o volume pode ser obtido por medição direta (paquímetro, micrômetro) e cálculo posterior, no segundo, por imersão em água ou mercúrio, conhecido como método por deslocamento.

Tração

Os corpos de prova devem ser isentos de defeito e retirados de regiões afastadas das extremidades de pelo menos cinco vezes a menor dimensão da seção transversal da peça considerada, mas nunca menor que 30 cm. O comprimento não deve ser inferior a $8 \times \sqrt{A}$, onde A representa a área da seção reta do material a ensaiar.

Para a determinação do módulo de elasticidade devem ser feitas medidas de deformações em pelo menos duas faces opostas do corpo de prova, e no caso de seção circular, em duas

posições diametralmente opostas. O carregamento deve ser monotônico crescente, correspondente a uma taxa de 10 MPa/min. Conhecida a resistência estimada da amostra, o carregamento deve ser aplicado com dois ciclos de carga e descarga. Para a caracterização mínima de espécies pouco conhecidas devem ser utilizadas duas amostras, sendo uma com corpos de prova saturados e outra com teor de umidade em equilíbrio com o ambiente.

Flexão

Os corpos de prova devem ser isentos de defeito e retirados de regiões afastadas das extremidades de pelo menos cinco vezes a menor dimensão da seção transversal da peça considerada, mas nunca menor que 30 cm. Devem ter forma prismática, com seção transversal quadrada de 5 cm de lado e comprimento, na direção paralela às fibras, de 115 cm. Devem ser fabricados de preferência com o plano de flexão perpendicular à direção radial da madeira, não admitindo inclinações de fibras maiores que 6° em relação ao comprimento do corpo de prova.

O corpo de prova deve ser vinculado a dois apoios articulados móveis, com vão livre entre apoios de 21 vezes a medida da altura, sendo o equilíbrio do sistema garantido pelo atrito com o atuador. O carregamento consiste em uma carga concentrada, aplicada por meio de um cutelo acoplado ao atuador, sendo monotônico crescente, com uma taxa de 10 MPa/min. Para a caracterização mínima de espécies pouco conhecidas devem ser utilizadas duas amostras, sendo uma com corpos de prova saturados e outra com teor de umidade em equilíbrio com o ambiente. Conhecida a resistência estimada da amostra, o carregamento deve ser aplicado com dois ciclos de carga e descarga. A medida dos deslocamentos transversais no meio do vão deve ser feita para cada ponto do diagrama de carregamento especificado. O módulo de elasticidade é determinado a 10% e 50% da carga máxima de ensaio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As adaptações da Norma NBR 7190 para os ensaios de densidade, tração e flexão com espécies de vime são descritas a seguir.

Densidade

As dimensões da amostra sugeridas na norma para a determinação da densidade aparente não são compatíveis com o vime, pois os ramos apresentam entre 3 e 20 mm de diâmetro na base, fazendo-se necessário o ensaio com corpos de prova menores que os estabelecidos. Para a posição mínima de extração, foi avaliado visualmente o lote de material e arbitrado o valor entre 10 e 15 cm, tendo em vista o critério de retilinidade da extremidade inferior dos ramos. O vime é colhido anualmente, portanto, a prescrição referente aos cinco anéis de crescimento também deve ser desconsiderada.

Os corpos de prova foram retirados com um disco de serra com dentes de metal duro, a uma velocidade de 10.000 rotações por minuto, em uma mesa adaptada para esta função (Figura 1), constituída de um mordente para fixação do material a ser cortado e de uma guia linear para deslocamento da serra. A região inicial foi descartada em função da baixa retilinidade do segmento.



FIGURA 1: Mesa adaptada para o corte de vime.
FIGURE 1: Adapted table for wicker cut.

A medição do volume foi feita pelo método do deslocamento, com volumenômetro de mercúrio, e pelo método estereométrico, utilizando-se um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Na equação $V = (\pi d^2 / 4)L$, o diâmetro do corpo de prova (d) foi considerado pela média aritmética de duas leituras, a primeira referindo-se ao menor e a segunda ao maior valor encontrado. O comprimento (L) foi obtido com uma única leitura.

O resultado médio do volume pelo método estereométrico foi de 2,58 cm³ e 2,57 cm³ pelo

método do deslocamento, não diferindo entre si em nenhuma das espécies avaliadas de acordo com o teste de Tukey, ao nível de 95% de probabilidade.

Tração

O ensaio foi realizado com fitas de vime, produzidas por artesãos em Curitiba, fabricadas a partir da divisão ou desdobramento longitudinal do ramo. Para tanto é utilizada uma pequena cunha produzida com madeira de nó de pinho (Figura 2A). Embora exista um equipamento elétrico para este trabalho (Figura 2B), que permite a obtenção de fitas mais finas, muitos artesãos preferem o desdobramento manual.

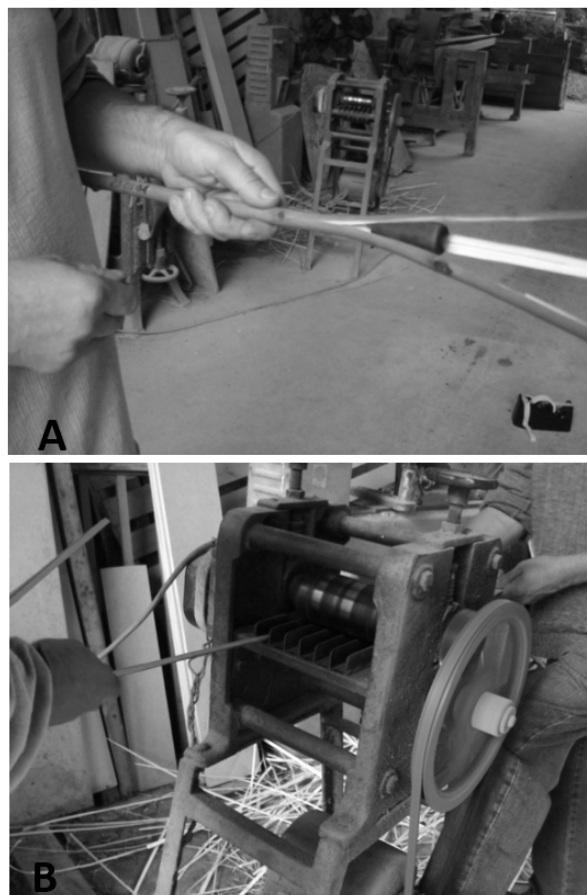


FIGURA 2: Desdobramento manual (A) e equipamento (B) para a produção de fitas de vime.

FIGURE 2: Manual unfolding (A) and machinery (B) to wicker tape production.

Ao final do processo foi obtida a fita interna, utilizada para produção de artesanato de menor valor, como cestaria em geral, e a fita externa, denominada

popularmente de casquinha, a qual possui aplicação mais nobre em acabamento de móveis e artefatos de maior valor agregado. A largura da fita não é padronizada, mas semelhante ao diâmetro do ramo que lhe deu origem. Neste trabalho, a espessura e a largura média para todas as fitas foram de 0,87 e 7,14 mm, respectivamente.

A distância livre entre as garras de tração foi arbitrada em 100 milímetros, de modo a facilitar a manipulação do dispositivo. A este valor foram adicionados 50 milímetros para a fixação nas garras, resultando em uma fita de 150 milímetros de comprimento.

A medição dos corpos de prova foi realizada com paquímetro digital e precisão de 0,01 milímetros. Na medição da largura da fita, especial atenção foi tomada em relação ao local da medição. Como não é bitolada, pode apresentar pequenas variações de largura, e o menor valor encontrado foi sempre considerado. Fitas com defeitos, nós acentuados e baixa retinidade foram evitadas.

A configuração geométrica dos corpos de prova sugerida pela NBR 7190, anexo B, nos ensaios de tração, não foi utilizada nas fitas de vime. A recomendação da norma para diminuição da seção reta tem como objetivo conduzir o ponto de rompimento no final do ensaio. Foram realizados ensaios preliminares com a expectativa de que a fita apresentasse rompimento por amassamento das fibras na borda, ou dentro da garra, o que não se confirmou e as fitas foram ensaiadas com seção constante. O problema a ser contornado foi o escorregamento da fita em relação aos mordentes da garra. Em contato com o fabricante foi sugerida a aplicação de uma interface entre

a fita de vime e a garra, para o aumento do atrito. Foram experimentados vários tipos de materiais e a solução encontrada foi a aplicação de uma lixa com costado de pano e grana número 100 (Figura 3). É importante salientar que a lixa deve ser substituída a cada cinco ensaios realizados. A partir daí, devido aos esforços, o material abrasivo se desprende do substrato de pano, diminuindo o atrito e facilitando o escorregamento da garra em relação à fita.

Flexão

A avaliação do módulo de elasticidade e máxima resistência em ensaios de flexão levam em consideração o momento de inércia para cada tipo de seção transversal. No caso do vime, a seção é circular, devendo-se ajustar a equação em função do diâmetro no ponto de aplicação da carga, resultando no módulo de resistência elástico dado pela expressão $\pi d^3 / 32$.

A distância entre os apoios, prevista na NBR 7190, é de 21 vezes o valor da altura do corpo de prova (equivalente ao diâmetro no caso de amostras cilíndricas). As normas DIN 52186 e COPANT R 555 recomendam 14 e 15 vezes, respectivamente. Estas relações não conduziram o material ao regime de deformação plástica, caracterizada pela evolução final do ensaio, sendo necessário diminuir esta proporção.

Face ao número de 116 ensaios necessários, foram arbitrados 13 grupos diametrais. Os melhores resultados foram conseguidos aplicando-se como relação o valor de 10 vezes o diâmetro do grupo, mais 100 milímetros de folga, permitindo que os maiores diâmetros fossem ensaiados, levando em

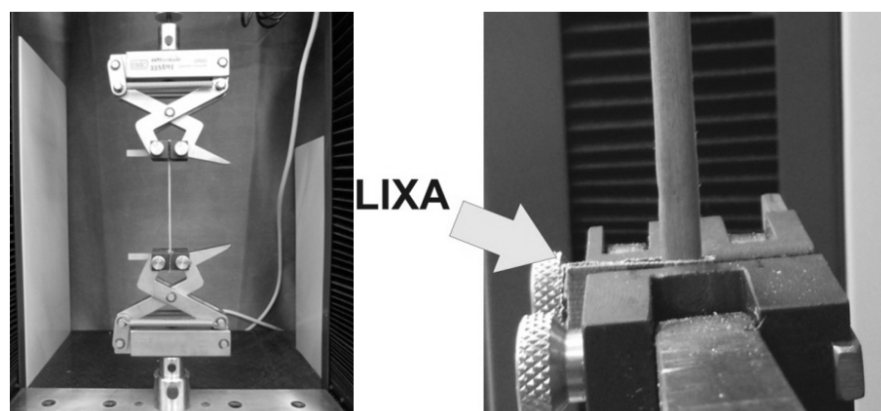


FIGURA 3: Ensaio de tração.

FIGURE 3: Traction (tension) test.

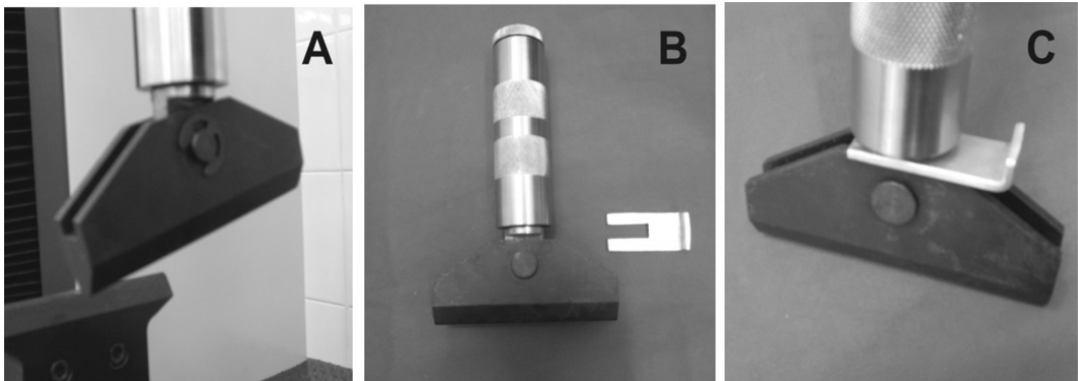


FIGURA 4: Lâmina inserida no cutelo para evitar rotação.
FIGURE 4: Knife blade inserted to prevent rotation.

TABELA 1: Resumo das adaptações da norma NBR 7190/1997.
TABLE 1: Resume of NBR 7190/1997 adaptation.

Densidade	
NBR 7190/1997	Adaptação
Os corpos de prova devem ser isentos de defeitos e retirados de regiões afastadas das extremidades das peças de pelo menos cinco vezes a menor dimensão da seção transversal da peça considerada, mas nunca menor que 30 cm.	Os corpos de prova devem ser isentos de defeitos e retirados a partir da extremidade basal do ramo, após o descarte de 10 a 15 centímetros de material não linear.
Os corpos de prova devem ter forma prismática com seção transversal retangular de 2,0 cm x 3,0 cm de lado e comprimento ao longo das fibras de 5,0 cm.	Os corpos de prova devem ter forma cilíndrica com seção transversal sem casca e o comprimento de 3,0 cm.
A seção transversal do corpo de prova deve ser aumentada para abranger pelo menos cinco anéis de crescimento.	A seção do corpo de prova compreende um único anel de crescimento (vime de um ano).
Realizar mais de uma medida para levar em consideração as imperfeições devidas ao inchamento do corpo de prova.	Para determinação do volume, considerar a média de duas leituras do diâmetro (a maior e a menor) com precisão de 0,1 milímetros.
Tração	
A resistência à tração paralela às fibras é dada pela máxima tensão que pode atuar em um corpo de prova alongado com trecho central de seção transversal uniforme de área A, e comprimento não menor que $8\sqrt{A}$, com extremidade mais resistente que o trecho central e com concordância que garantam a ruptura no trecho central.	A resistência à tração paralela às fibras é dada pela máxima tensão que pode atuar em uma fita de espessura entre 0,7 e 1,0 mm. A largura da fita corresponde a 1/3 do diâmetro do vime utilizado para produção da mesma e não é reduzida em seu trecho central.
O carregamento deve ser aplicado com dois ciclos de carga e descarga.	O carregamento deve ser aplicado em um único ciclo de carga com velocidade constante.
Flexão	
O módulo de resistência elástico da seção transversal do corpo de prova, dado por $bh^2/6$, em metros cúbicos.	O módulo de resistência elástico da seção transversal do corpo de prova, dado por $\pi d^3/32$, em metros cúbicos.
Os corpos de prova devem ter forma prismática, com seção transversal quadrada de 5,0 cm de lado e comprimento, na direção paralela às fibras, de 115 cm.	Os corpos de prova devem ter seção transversal circular de diâmetro e comprimento variável, obtidos após o descascamento do material.
No ensaio, o corpo de prova deve ser vinculado a dois apoios articulados móveis, com vão livre entre apoios de 21 vezes a altura, sendo o equilíbrio do sistema garantido pelo atrito do atuador.	No ensaio, o corpo de prova deve ser vinculado a dois apoios articulados móveis, com vão livre entre apoios de 10 vezes o diâmetro, sendo o equilíbrio do sistema garantido pelo atrito do atuador que deve possuir restrição de rotação.
O carregamento deve ser realizado com dois ciclos de carga e descarga.	O carregamento deve ser realizado em ciclo único.

consideração a distância máxima disponível entre os apoios da máquina.

O carregamento foi realizado no meio do vão livre, com um cutelo que, juntamente com os apoios, devem garantir a estabilidade do ensaio mediante o atrito entre as partes. Após a realização de alguns ensaios preliminares foi observado que a articulação presente no atuador (Figura 4A), bastante conveniente nos ensaios com material de seção reta quadrada, comprometeu a estabilidade do carregamento. Foi necessário então efetuar o travamento do movimento de rotação do cutelo com uma pequena lâmina de alumínio (Figura 4B), conforme se observa no conjunto montado na Figura 4C.

A Tabela 1 apresenta de maneira resumida as adaptações em cada característica da norma analisada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A norma NBR 7190 foi utilizada como referência neste trabalho. Face à configuração formal do material investigado, algumas considerações e adaptações foram realizadas com sucesso, estando normalmente vinculadas aos aspectos dimensionais e formais das quatro espécies de *Salix* avaliadas.

A proposta de comparar os métodos estereométrico e por deslocamento demonstrou que o primeiro pode ser utilizado, já que seus resultados não diferem estatisticamente. O método estereométrico apresenta algumas vantagens, como simplicidade de operação, maior velocidade de obtenção de dados, redução da possibilidade de erros na leitura, emprego de instrumentos de fácil obtenção e a não manipulação do mercúrio empregado no volumênmetro.

Os ensaios de flexão e tração foram também conduzidos mediante alterações no cutelo e nas garras, respectivamente. A influência do momento de inércia da seção transversal, no caso da flexão, implica na impossibilidade de uso das equações propostas pela norma e sua adaptação é bastante simples.

A adaptação da norma NBR 7190/1997 é adequada para a determinação das propriedades do

vime, em função das características específicas do material para uso em artesanato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. COPANT R555 - **Maderas : Método de ensayo de flexión estática**, 1973. 10 p.
- DIN 52186. **Testing of wood: bending test**. Deutsches Institut fuer Normung. 1978.
- GARAY, R. M. Comparación de potencialidades de empleo industrial de mimbre y ratan. In: INFOR. Sauce-Mimbre *Salix* spp. Silvicultura y Producción. Proyecto FONDEF/FDI/INFOR/CORFO: Desarrollo integral del Cultivo y la Industrialización del Sauce-mimbre. Editor: Marta Abalos R., Santiago – Chile, 2002.
- NASCIMENTO, M. B.; VARGAS, C. A.; MUNIZ, G.I.B. Avaliação Comparativa de quatro espécies de *Salix* destinadas ao artesanato. **Jornada das Salicáceas**, Mendoza, 2009.
- LOGSDON, N. B.; CALIL Jr, C. Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, São Carlos, n. 18, p. 77-107, 2002.
- 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, jan/mar, 2008.
- NBR 7190 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de madeira**. Anexo B. Rio de Janeiro: ABNT, 1997, 107p.
- NCh 2039/1998 - INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. **Mimbre - Características físicas**. 1998. 5p.
- NCh 2532/2000 - INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. **Muebles de mimbre - Requisitos**. 2000. 17p.
- NCh 176 (parte 1) - INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. **Madera - Parte 1: Determinación del contenido de humedad**. 2003.
- NCh 176 (parte 2)- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. **Madera - Parte 2: Determinación de la densidad**. 1988.