

ARQUITETURA ECOLÓGICA DE ESQUADRIAS DE BAMBU

Maximiliano dos Anjos Azambuja ¹

Stella Bruna Ananias Affonso ²

RESUMO

A eficácia da produção de esquadrias de bambu para aplicação em Habitação de Interesse Social está associada ao saber das propriedades físicas e mecânicas do bambu laminado colado. O presente estudo visou à caracterização física e mecânica de esquadrias fabricadas a partir da laminação de colmos de bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*, com aplicação de um adesivo poliuretano. Descreve-se o processo de fabricação das esquadrias de bambu e os métodos descritos em normas técnicas adequadas para realização de ensaios de umidade e densidade em lâminas de Bambu; de cisalhamento na lâmina de cola; de flexão estática em vigas; de resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com dois cantos imobilizados e resistência à flexão em Esquadrias de Bambu para aplicação em Habitação Social. Os resultados dos ensaios de umidade e densidade evitaram falhas no processo de colagem das lâminas, e os resultados de resistência ao cisalhamento, resistência e da rigidez à flexão foram compatíveis aos valores de referência estabelecidos em normas. As deformações máximas obtida nas esquadrias para o ensaio de resistência ao esforço horizontal e de resistência à flexão indicam uma produção eficaz das esquadrias de bambu para aplicação em Habitação Social. Pode-se concluir que os resultados dos ensaios, detalhamentos e representações apresentados na pesquisa indicam o elevado potencial de exequibilidade de Esquadrias de Bambu para Habitação de Interesse Social.

PALAVRAS-CHAVE: Habitação de Interesse Social. Esquadrias de Bambu.

ECOLOGICAL ARCHITECTURE OF BAMBOO FRAMES

ABSTRACT

*The efficiency of production of bamboo frames for Housing in application is related to the knowledge of the physical and mechanical properties of glued laminated bamboo. This study evaluated the physical and mechanical properties of window frames made of bamboo culms of the species *Dendrocalamus giganteus*, bonded with polyurethane adhesive. The details of the manufacturing process of bamboo frames are displayed. It used technical standards for conducting trials moisture*

¹ Engenheiro Civil, UNESP, Faculdade de Engenharia de Bauru, maximilianoazam@feb.unesp.br.

² Arquiteta, UNESP, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, stella_affonso@hotmail.com.



and density in bamboo blades; the adhesive shear blade; of bending beams; resistance to horizontal stress in the sheet plane, with two fixed corners and flexural strength in Frames of bamboo for use in housing. The results of moisture tests and density avoided flaws in the bonding process of the blades. The shear strength results, resistance and flexural rigidity were consistent with reference values cited in standards. The maximum deformation obtained in the frames for the strength test to the horizontal stress and flexural strength indicate an effective production of bamboo frames for use in housing. We conclude that the results of the tests, detailing and representations shown in research indicate the potential for manufacturing Bamboo frames for Housing.

KEYWORDS: Social Housing. Bamboo frames.

ARQUITECTURA ECOLÓGICA DE MARCOS DE BAMBÚ

RESUMEN

*La eficacia de bambú enmarca la producción para su uso en la vivienda social está vinculado al conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas del bambú laminado unido. El presente estudio tuvo como objetivo la caracterización física y mecánica de ventanas fabricados a partir de especies de bambú barras laminadas *Dendrocalamus giganteus*, la aplicación de un adhesivo de poliuretano. En él se describe el proceso de fabricación de las ventanas y los métodos descritos en las normas técnicas para la correcta realización de las pruebas de humedad y densidad de láminas de bambú de bambú; la cuchilla de cizallamiento adhesivo; de vigas de flexión; resistencia a la tensión horizontal en el plano de la chapa, con dos esquinas fijos y de flexión ventanas de bambú de resistencia para uso en viviendas sociales. Los resultados de las pruebas de humedad y la densidad de fallo evitarse en el proceso de unión de las lámina. La rigidez resultados de resistencia al cizallamiento, resistencia a la flexión y eran compatibles con los valores de referencia establecidos en las normas. La deformación máxima obtenida en las ventanas de la prueba de resistencia a la tensión horizontal y resistencia a la flexión indican una producción efectiva de las ventanas de bambú para uso en viviendas sociales. Se puede concluir que los resultados de las pruebas, que detallan y representaciones que se presentan en la encuesta indican la alta viabilidad potencial de las ventanas de bambú para la Vivienda Social.*

PALABRAS CLAVE: Vivienda Social. Ventanas de bambú.

INTRODUÇÃO

Vegetal renovável e com excelentes características físicas e mecânicas o Bambu, devido ao seu baixo custo, pode vir a colaborar na melhora nas condições de habitabilidade das moradias, compondo diversos móveis e elementos estruturais, seja em residências populares ou em edifícios mais elaborados. Devido à sua versatilidade, o bambu é um dos materiais mais antigos utilizado pela humanidade.

Seu uso na engenharia é notado desde a era A.C. na China, onde cabos de bambu foram empregados na construção de pontes suspensas. Após a execução destas pontes, estruturas treliçadas como cúpulas, andaimes e coberturas tornaram-se usuais nas construções, principalmente nos países asiáticos. As técnicas de construção desenvolvidas na Índia neste período são até hoje utilizadas em países orientais, como na Tailândia, Taiwan e Indonésia. Em países orientais, os bambus são empregados na construção de casas, móveis, cercas, pontes, utensílios domésticos, vasos para armazenamento de água, ladrilhos para piso, brinquedos, instrumentos musicais, produção de papel, e outros. Levando em consideração a durabilidade das obras construídas pelos povos asiáticos, é comprovada a eficiência deste material para a construção civil (SÁNCHEZ CRUZ, 2002).

Em busca de produtos ecologicamente corretos, a habitação tornou-se um dos objetos de estudo que envolve diversos aspectos ligados à sustentabilidade. Assim, o bambu tem apontado como um material de interesse neste ramo. Mahdavi et al. (2012) descrevem este como um material construtivo sustentável devido às suas propriedades mecânicas semelhantes aos produtos de madeira. Entre suas características, encontra-se o crescimento rápido da espécie, que permite o uso intenso e sustentável na indústria da construção, além da grande quantidade de carbono sequestrado pela espécie.

Na fase em que encontra-se o processo de industrialização, a escolha de materiais baseia-se, sobretudo, no preço e na facilidade de processamento, conforme Ghavami (2004). Os consumidores, de acordo com a falta de informações técnicas a respeito dos materiais locais, procuram cada vez mais os produtos industrializados por esta facilidade.

Mahdavi et al. (2011) ressaltam que, apesar de amplamente usado no Ocidente em funções não estruturais, como nos casos de pavimentação, vedação, mobiliário, objetos de arte e ornamentação, o bambu, em países asiáticos, por exemplo, é um material estrutural utilizado em construções de baixa tecnologia, visto



ainda como um material artesanal. No entanto, devido à sua resistência, flexibilidade e versatilidade, tem sido largamente utilizado na composição de pilares, paredes, moldura de janelas, vigas e telhados.

Como a habitação é uma das principais formas de representação social, Flander e Rovers (2009) chamam a atenção para a tendência ainda existente na população de rejeição do bambu como material construtivo devido à associação deste com a pobreza. O artigo, entretanto, apresenta o bambu como um material moderno capaz de competir com a madeira na construção, já que as partes não utilizadas na obtenção de vigas e colunas são aproveitadas na produção de papel, carvão de bambu, entre outras peças, o que permite dizer que não há desperdícios. A grande vantagem do bambu em relação à madeira é a colheita anual de sua floresta e, assim, os autores exploram a possibilidade de uso da espécie como material construtivo moderno que constitui, assim, uma alternativa ao uso do concreto e do tijolo.

A deficiente bibliografia para a exploração adequada do bambu, aliada à falta de familiaridade com o material que, até então foi muito rejeitado por diversos fatores, entre eles a sua ligação com as habitações de baixa renda, dificulta a eficácia dos projetos e aumenta os custos relativos à produção inicial de Bambu Laminado Colado. Porém, com o avanço das pesquisas e com a popularização do uso do material, a presença do bambu nestes elementos construtivos será mais eficiente e acessível.

Neste contexto, o estudo das esquadrias que compõem a edificação é importante, pois devem adaptar-se às diferentes condições de exposição ao ambiente, agentes mecânicos, térmicos, químicos e biológicos que afetam suas condições de uso. De acordo com Ino et al. (1998) a força da gravidade e as vibrações externas à edificação promovem deformações estruturais que afetam a construção como um todo, o que inclui a esquadria. Já as cargas externas como a pressão da chuva e do vento exigem do conjunto um desempenho capaz de evitar



as deformações responsáveis pela entrada de água enquanto os agentes internos decorrem da utilização ou são consequentes do posicionamento da esquadria na edificação. O material utilizado deve suportar esforços como choques e impactos, evitando, desta forma, a perda das características originais.

Assim, os autores atribuem ao desenho adequado e ao material utilizado na esquadria a responsabilidade de permitir um bom funcionamento do conjunto. Bom funcionamento este que, em relação às necessidades do usuário, pode ser resumido em quatro tipos de desempenho: estrutural – esquadria deve permanecer em condições de utilização sem perder suas características originais; quanto à utilização – segurança do usuário, esforços na abertura e fechamento das folhas e manutenção da esquadria; estanqueidade – vedação adequada aos ruídos, vibrações, ar, água, insetos, entre outros e durabilidade – conservação da janela e resistência às agressões e à própria utilização. Os procedimentos de ensaios mais utilizados para avaliação de esquadrias recomendados em normas técnicas são: resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com dois cantos imobilizados e resistência à flexão na esquadria. Em seu estudo o levantamento concluiu que a introdução das espécies de madeira estudadas na produção de esquadrias pode sim competir no mercado com as janelas metálicas. Porém, a falta de florestas destinadas à produção de esquadrias e demais componentes construtivos, além da baixa exigência de qualidade das esquadrias no mercado geral, são somente alguns problemas que ilustram as dificuldades ainda encontradas para tal produção.

Dentro deste contexto, a problemática de fabricar em laboratório esquadrias de Bambu Laminado Colado, da espécie *Dendrocalamus giganteus* foi um desafio. Este material está disponível na Área Experimental Agrícola UNESP/FEB e o delineamento experimental envolve desde retiradas dos colmos de bambu com idade adequada para obtenção de lâminas de bambu, procedimentos de usinagem, tratamento preservativo, secagem, usinagem das lâminas, colagem das lâminas de bambu, ensaios diagnósticos de umidade, densidade, de cisalhamento na lâmina de

cola em bambu laminado colado, de flexão estática em bambu laminado colado; estudos dos tipos, encaixes e modulação, detalhes construtivos, produção das peças de bambu laminado colado, usinagem dos módulos, produção das esquadrias, ensaios nas esquadrias de resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com dois cantos imobilizados e Resistência à flexão para esquadrias.

A originalidade desta pesquisa foi à produção em laboratório de esquadrias venezianas de bambu laminado colado da espécie *Dendrocalamus giganteus*, com aplicação do adesivo Sika Bond T54 FC isento de solvente, ainda, caracterizaram-se as propriedades físicas e mecânicas das lâminas de bambu. A pesquisa apresentará os resultados dos ensaios: umidade e densidade em lâminas de bambu, ensaio de cisalhamento na lâmina de cola em Bambu Laminado Colado e ensaio de flexão estática em Bambu Laminado Colado, de Resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com dois cantos imobilizados; e Resistência à flexão para esquadrias.

MATERIAIS E MÉTODOS

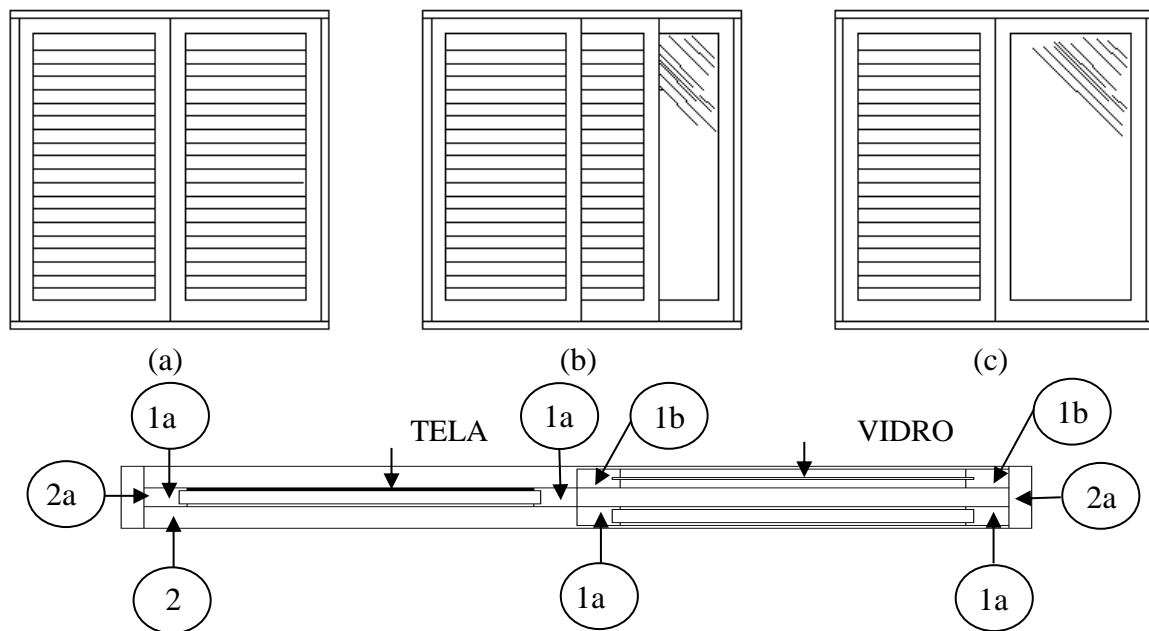
A Coleta de material e preparação dos colmos da espécie *Dendrocalamus giganteus* foi realizada na Área Experimental Agrícola UNESP/FEB. Os colmos foram coletados com aproximadamente 10 metros de comprimento e forneceram 60 lâminas, desconsiderando as perdas inerentes ao processo. O tratamento preservativo, pelo Método de Imersão, foi utilizado de acordo com Liese e Kumar (2003), tratamento químico que consiste na submersão das lâminas dentro de um tanque com a solução de Octaborato de Sódio (uma composição de ácido bórico e bórax numa proporção específica de 1:1.4). Foi realizado um estudo dos tipos, encaixes e modulação para produção das esquadrias de Bambu Laminado Colado. Ainda, os seguintes ensaios: umidade e densidade em lâminas de bambu, ensaio de cisalhamento na lâmina de cola em Bambu Laminado Colado e ensaio de flexão estática em Bambu Laminado Colado, de acordo com as seguintes normas ISO 22157-1 (2004) e Norma NBR 7190 (2013). Todos os ensaios foram realizados

antes da produção das esquadrias de Bambu Laminado Colado. Após a produção das esquadrias realizou-se, de forma original, os ensaios de Resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com dois cantos imobilizados; e Resistência à flexão para esquadrias, de acordo com Norma NBR 10821-3.

ESTUDOS DOS TIPOS, ENCAIXES E MODULAÇÃO

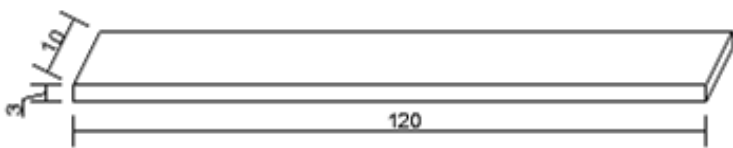

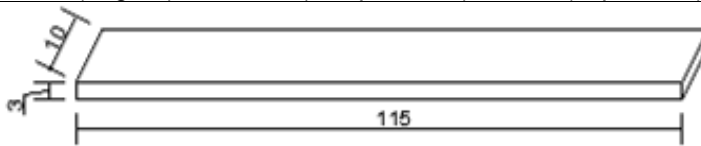

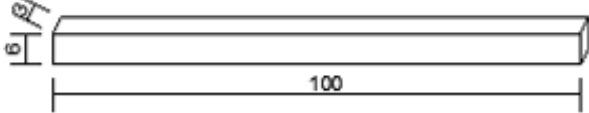

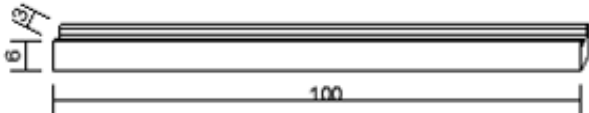
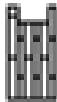
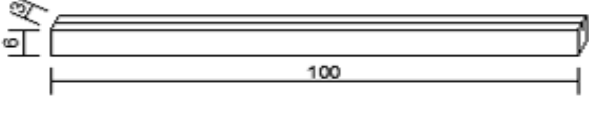
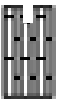
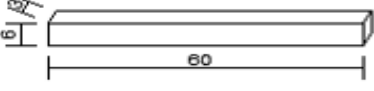

O modelo de esquadria veneziana projetado consumiu aproximadamente 600 metros de lâminas de bambu para todos os módulos. A produção de modulares é uma das formas de otimizar o processo construtivo, através do aumento da produção e da redução de custos. A esquadria modular de bambu projetada consistiu na junção de módulos por meio de interfaces e interações e, neste contexto, facilitou a montagem da estrutura e seus componentes. A composição resultou numa veneziana em bambu de correr com dimensão 120 cm x 120 cm, com três folhas e tela (Figura 1). Composta por uma folha de vidro, e duas folhas venezianas de bambu, sendo fixada uma tela em uma das folhas de bambu para reduzir a ventilação de acordo com a necessidade do usuário.

Figura 1: (a) Projeto da esquadria de bambu laminado colado com entrada de ar; (b) vista frontal da esquadria com suas três folhas; (c) esquadria adequada para permitir iluminação interna e (d) esquadria em corte. As numerações 1a, 1b, 2 e 2a são módulos básicos projetados para composição da esquadria de e suas adaptações.



O quadro 1 ilustra os módulos básicos para composição da esquadria. A Figura 2 apresenta detalhes da folha ventiladas e folha de vidro.

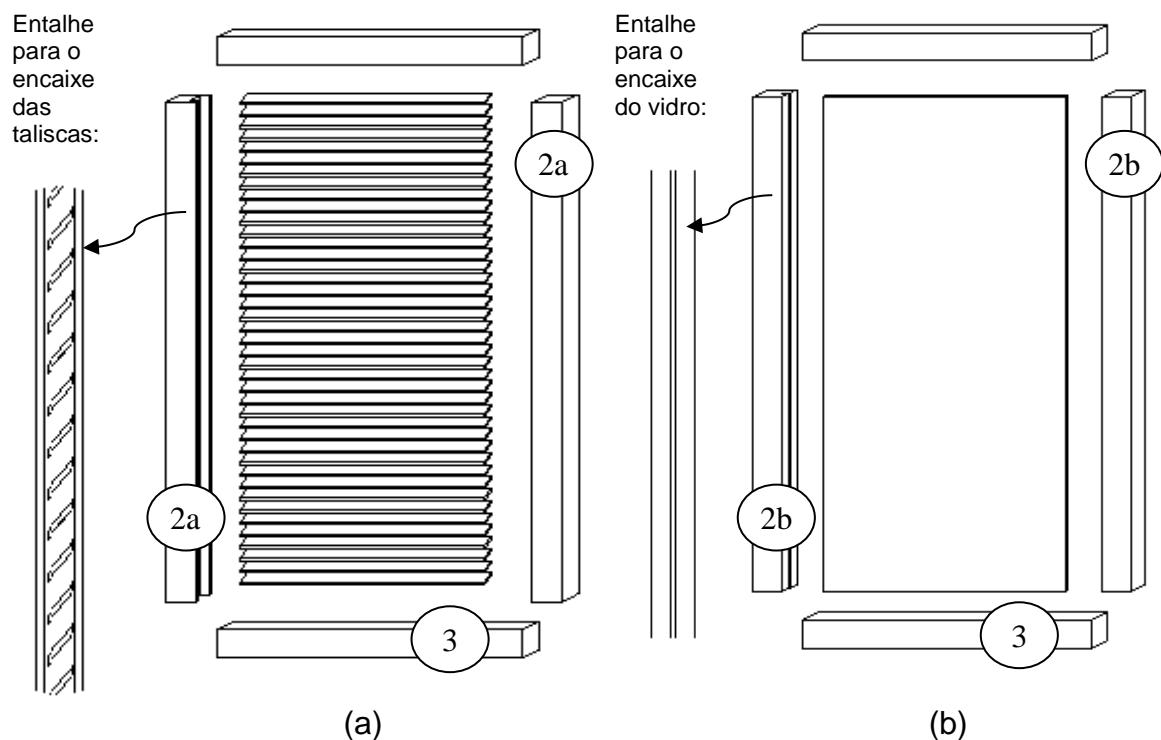
Quadro 1: Módulos básicos para composição da esquadria e suas adaptações

Numeração	Detalhes dos componentes	Seção transversal
1	 <p>10 cm (largura) x 120 cm (comprimento) x 3 cm (espessura)</p>	
1a	 <p>10 cm (largura) x 115 cm (comprimento) x 3 cm (espessura)</p>	
2	 <p>3 cm (largura) x 100 cm (comprimento) x 6 cm (espessura)</p>	
2a	 <p>3 cm (largura) x 100 cm (comprimento) x 6 cm (espessura)</p>	
2b	 <p>3 cm (largura) x 100 cm (comprimento) x 6 cm (espessura)</p>	
3	 <p>3 cm (largura) x 60 cm (comprimento) x 6 cm (espessura)</p>	

O Módulo 1, em seu tamanho original (120 cm de comprimento), foi empregado horizontalmente na formação do caixilho da esquadria em conjunto com a peça 1a na vertical. Os Módulos 2 e 3 foram utilizados para a composição das folhas, tanto a de vidro quanto a ventilada. Para a formação da folha ventilada, foi executado um corte de 2 cm de largura x 1 cm de profundidade no Módulo 2, que acomodou os entalhes para encaixe das lâminas inclinadas, formando a peça 2a.

Dessa forma, para a fixação do vidro, foi feito um corte de 3 mm de espessura x 1 cm de profundidade, ainda com base no Módulo 2, formando-se a peça 2b. Para a sustentação superior e inferior de todas as folhas foi utilizado o módulo 3, com comprimento de 60 cm. Para a realização dos cortes e entalhes necessários ao processo, utilizou-se uma fresadora automatizada.

Figura 2: (a) Módulo 2 e 3 na formação das folhas ventiladas e (b) Módulo 2 e 3 na composição da folha de vidro.



A Figura 3 ilustra as lâminas tratadas cortas, a laminadora, a estufa para controle de umidade e a lâminas pré-usinadas para colagem dos módulos. A aplicação do adesivo deve ser feita de modo integral na superfície e antes de realizar o procedimento de colagem das lâminas de bambu foi necessário estabilizar a umidade das lâminas na estufa em aproximadamente 12%. O adesivo foi aplicado por meio de pincel e a peça de Bambu Laminado Colado foi lentamente prensada,

utilizou-se 350 g/m² do adesivo Sika Bond T54 FC. Ainda, apresenta os módulos colados e detalhes para encaixe da modulação.

Figura 3: Colmos cortados (a); Laminadora (b); Estufa para controle de umidade (c) e Lâminas pré-usinadas para colagem dos módulos (d), módulos colados (e) e detalhes para encaixe da modulação (f)



Fonte: Autores, 2014.

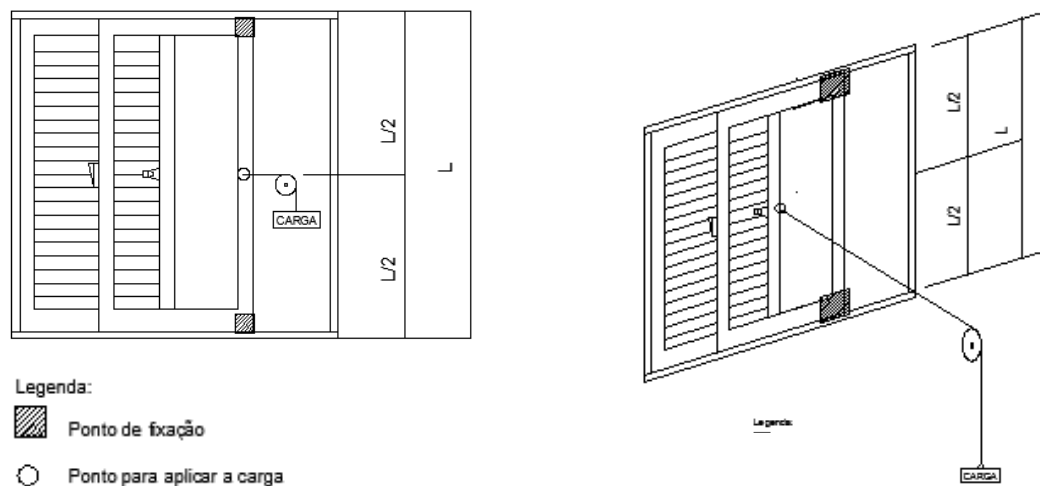
A Figura 4 ilustra o processo de montagem do componente folha, ajustes das folhas e a visualização final da esquadria de bambu laminado colado. A Figura 5 ilustra os esquemas de ensaio, apresentados na norma, de resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com dois cantos imobilizados e ensaio de resistência à flexão, para esquadrias do tipo de correr.

Figura 4: Processo de montagem do componente folha (a), Componente folha com o vidro (b); Ajustes das folhas (c) e Final do processo de montagem (d)



Fonte: Autores, 2014.

Figura 5: Esquema de ensaio de resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com dois cantos imobilizados, para esquadrias do tipo de correr (a); Esquema de ensaio de resistência à flexão para esquadrias do tipo de correr (b)



Fonte: Autores, 2014.

Para realização do esquema de ensaio, instalou-se a esquadria de bambu laminado colado em suporte rígido, fixada na alvenaria e em pilar de concreto armado (Figuras 6 e 7). Os três defletômetros para medida de deformação foram instalados nas posições indicadas na NBR 10821-3:2011, por meio de bases magnéticas em batente metálico, com sargentos para evitar deslocamentos.

RESISTÊNCIA AO ESFORÇO HORIZONTAL, NO PLANO DA FOLHA, COM DOIS CANTOS IMOBILIZADOS

Foi realizada a medição da resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com dois cantos imobilizados, conforme anexo I da Norma NBR 10821-3 (Figura 6). A esquadria, na posição intermediária entre abertura e fechamento e com os dois vértices imobilizados, foi submetida a um esforço horizontal aplicado ao puxador, no sentido de promover o seu fechamento. Utilizou-se um conjunto de contrapesos formado por peças de 5 kg. O conjunto deve estar calçado com material que não sofra deformações ou utilizar um sistema para travamento das folhas. Ao

centro do perfil foi aplicada uma força de 600 N, progressivamente, de 50 em 50 N com o objetivo de executar o seu fechamento.

Figura 6: Ponto de fixação (a) e ponto de aplicação da carga (b) do ensaio de resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com dois cantos imobilizados.



Fonte: Autores, 2014.

Após descarregamento e acomodações executaram-se dez ciclos completos de abertura e fechamento da esquadria de bambu laminado colado para avaliar eventuais falhas.

RESISTÊNCIA À FLEXÃO PARA ESQUADRIAS DE BAMBU

A medição da resistência à flexão ocorreu de acordo com o anexo J da Norma NBR 10821-3 (Figura 7). Neste caso, ao puxador da esquadria, com a folha na posição intermediária entre abertura e fechamento, aplicou-se um esforço horizontal no sentido do interior para o exterior e vice-versa. Foi utilizado um conjunto de contrapesos formado por peças de 5 kg. A esquadria deve ser instalada em sua posição vertical num suporte rígido e a carga aplicada tem de atingir a folha móvel mais interna e, nos carregamentos de dentro para fora, a folha móvel mais

externa. Ao centro do perfil, aplicou-se uma força, horizontal e perpendicular à folha, de 600 N, progressivamente de 50 em 50 N. Após 3 minutos de aplicação da força, foi feita a retirada das cargas e a avaliação visual da esquadria. Para avaliar os defeitos, todas as partes móveis do corpo-de-prova (no caso: esquadria de bambu laminado colado) devem ser submetidas a cinco ciclos completos de abertura, fechamento e travamento.

Figura 7: Ponto de fixação (a) e ponto de aplicação da carga (b) do ensaio de resistência à flexão



Fonte: Autores, 2014.

Após descarregamento e acomodações executaram-se dez ciclos completos de abertura e fechamento da esquadria para avaliar eventuais falhas.

Resultados

A Tabela 1 apresenta média refere-se a 12 corpos de prova. As tabelas 2 e 3 apresentam os resultados das deformações máximas e residuais.

Tabela 1. Resultados das médias da Umidade e Densidade em lâminas; Resistência ao cisalhamento e resistência e da rigidez à flexão em Bambu Laminado Colado.

Umidade Natural (%)	Média	17,78
	Desvio Padrão	0,49
	Coeficiente de variação (%)	2,76
Densidade	Média	694
	Desvio Padrão	33
	Coeficiente de variação (%)	4,75
σ_{bas} kg/m³	Média	9,15
	Desvio Padrão	1,00
	Coeficiente de variação (%)	10,92
Cisalhamento	Média	103
	Desvio Padrão	10
	Coeficiente de variação (%)	9,54
f_{gv} (MPa)	Média	103
	Desvio Padrão	10
	Coeficiente de variação (%)	9,54
Flexão	Média	103
	Desvio Padrão	10
	Coeficiente de variação (%)	9,54
f_M (MPa)	Média	103
	Desvio Padrão	10
	Coeficiente de variação (%)	9,54

Tabela 2. Resultados das deformações máximas e residuais após a aplicação e retirada da força, no plano da folha, com dois cantos imobilizados.

Carga (kg)	Deformações (mm)		
	D ₁	D ₂	D ₃
Após 3 minutos (60 kg)	0,1	4,3	0,2
Residuais (sem carga)	0,1	1,2	0,2
Dmáx		4,2	

* D1, D2 e D3 são as deformações em mm, medidas de deslocamentos com defletômetros.

Tabela 3. Resultados das deformações máximas e residuais após o ensaio de resistência à flexão na esquadria de bambu laminado colado.

Carga (kg)	Deformações (mm)		
	D ₁	D ₂	D ₃
Após 3 minutos (60 kg)	16,9	1,3	3,3
Residuais (sem carga)	1,5	0,6	1,3
Dmáx		8,8	

* D1, D2 e D3 são as deformações em mm, medidas de deslocamentos com defletômetros.

Não se observou dificuldades no procedimento de abertura e fechamento da esquadria de bambu laminado colados para o ensaio de resistência ao esforço

horizontal, Após o ciclo de abertura e fechamento, a esquadria retornou a sua configuração original, sem deformações aparentes (Figura 8a). Na Figura 8b foi possível notar a deformação aparente da esquadria durante o carregamento. Entretanto, após o descarregamento apresentou um valor residual próximo aos demais ensaios executados.

Figura 8: Deslocamento máximo do ensaio de resistência ao esforço horizontal (a) e Deslocamento máximo do ensaio de resistência à flexão (b).



Fonte: Autores, 2014.

CONCLUSÃO

As deformações obtidas nos ensaios de resistência ao esforço horizontal e resistência à flexão na esquadria de Bambu Laminado Colado indicam uma produção eficaz da esquadria. As deformações ocorreram para um carregamento de 60 kg, ou seja, dificilmente ocorrerá na prática um carregamento com esta intensidade de forma manual. As acomodações após carregamento e procedimento de abertura e fechamento da esquadria não prejudicaram o fechamento perfeito da esquadria, efeito justificado, pela anatomia do bambu e suas propriedades elásticas. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material



são de responsabilidade dos autores e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro (processo nº 2012/20985). A Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira pelo incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10821- 3 – Esquadrias externas para edificações – Parte 3: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190 – Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

FLANDER K.; ROVERS R. One laminated bamboo-frame house per hectare per year. *Construction and Building Materials*, v.23, p.210-218, 2009.

GHAVAMI, K. Bamboo as reinforcement in structural concrete elements. *Cement and Concrete Composites*, v.27, n.6, p.637-349, 2004.

INO, A.; SHIMBO, I.; SOUZA A. J. D. Otimização do processo de fabricação de esquadrias de madeira no centro produtor da Região Sul e desenvolvimento de janelas de baixo custo para habitação social. (Relatórios de Pesquisa FINEP). São Carlos: EESC-USP. Departamento de Arquitetura e Urbanismo, v. 1, 2 e 3, 1998, 800 p.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 22157-1 Bamboo -- Determination of physical and mechanical properties - Part 1: Requirements, 2004.

LIESE, W; KUMAR,S. Bamboo Preservation Compendium. Green Park Extn: Centre for Indian Bamboo Resource an Technology, INBAR, 231p., 2003.

MAHDAVI M.; CLOUSTON P.L.; ARWADE R. A low-technology approach toward fabrication of Laminated Bamboo Lumber. *Construction and Building Materials*, v.29, p. 257-262, 2012.

MAHDAVI, M.; CLOUSTON, P.L.; ASCE, A.M.; ARWADE, S.R. Development of Laminated Bamboo Lumber: Review of Processing, Performance, and Economical Considerations. *Journal of Materials in Civil Engineering*, American Society of Civil Engineers, ASCE, v.23, p.1036-1042, 2011.

SÁNCHEZ CRUZ, M. L. Caracterização física e mecânica de colmos inteiros do bambu da espécie *Phyllostachys aurea*: Comportamento à flambagem. Departamento de Engenharia Civil. Orientador: Khosrow Ghavam. 2002. 114p. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.