

# PRÉ-FABRICAÇÃO DE TRELIÇAS DE BAMBU PARA COBERTURAS

ROSALINO, Frederico (1); VALLE, Ivan M. R. do (2)

(1) Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, FAU, UNB, frederico.silva@ucb.br; (02) Professor Adjunto, FAU UnB, vallefau@unb.br.

**Resumo:** No Brasil, algumas espécies de bambu de grande porte já são amplamente utilizadas em construções, principalmente os *Dendrocalamus asper* e os bambus do gênero *Phyllostachys*, contudo, o *Bambusa tuldoídes*, uma espécie introduzida no Brasil a mais de 100 anos, com ocorrência em diversas regiões do país, principalmente no estado de Minas Gerais não é utilizado na produção de estruturas. Esta espécie de bambu tem seu uso limitado à confecção de cercas, galinheiros entre outros elementos no meio rural, muito aquém do potencial que o material pode alcançar. O presente trabalho tem por objetivo apresentar um estudo para avaliar a possibilidade de produção de um sistema de cobertura para pequenos e médios vãos utilizando treliças pré-fabricadas com feixes de bambu da espécie *B. tuldoídes* como elemento principal. Essa técnica construtiva é muito utilizada em países asiáticos tais como Vietnã e Tailândia, porém utilizando outra espécie de bambu. Para tanto, é necessário um estudo mais aprofundado do *B. tuldoídes* e de todos os processos que envolvem a sua utilização na construção, desde a sua colheita, identificação de métodos preservativos até a realização de ensaios para a determinação de parâmetros para o dimensionamento de estruturas.

**Palavras-chave:** Bambu, *bambusa tuldoídes*, coberturas, treliças, pré-fabricação.

**Área do Conhecimento:** Tecnologia de processos e sistemas construtivos - Processo de Produção

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de materiais de construção cujos processos fabris geram pouco ou nenhum resíduo tem sido estudado com maior frequência nas universidades pelo mundo. Materiais que em seu processo de fabricação utilizam prioritariamente matérias primas renováveis são cada vez mais utilizados em construções, e nesta linha, o bambu é um material que atende com excelência esta necessidade.

O bambu é uma gramínea pertencente à divisão Angiospermae, classe das Monocotyledoneae e família Poaceae. São aproximadamente 75 gêneros com mais de 1200 espécies (Liese, 1998). Dentre as espécies disponíveis para a construção no Brasil podemos citar o *Dendrocalamus Asper*, conhecido como bambu gigante, o *Phyllostachys pubecens*, o mosô e o *Guadua Angustifólia*.

Construções com bambu utilizando espécies de bambus gigantes com diâmetros acima de 10 cm, como o *Dendrocalamus Asper*, o *Phyllostachys pubecens*, e o *Guadua Angustifólia* já são comuns no Brasil, pois, se assemelham às madeiras roliças comerciais disponíveis para construção, como o eucalipto, além disso, a maioria dos construtores de bambu no Brasil utilizam a técnica colombiana, na qual o *Guadua angustifólia*, uma espécie com diâmetros médios de 12 cm, é a mais utilizada nas construções. Por outro lado, as espécies de bambus de médios diâmetros como o *Bambusa tuldoídes*, são utilizados geralmente apenas para a confecção de móveis, cercas, entre outros usos não estruturais.

Visto que no Brasil o uso do *B. tuldoídes* na construção de estruturas é restrito a opção por trabalhar com este bambu se apoia na disponibilidade deste material em diversas regiões do País, e na possibilidade de seu uso na construção de escolas, galpões rurais, entre outras edificações com pouca disponibilidade de recursos para sua construção. Portanto, compreender todos os processos envolvidos na sua utilização e possibilitar seu uso na confecção de elementos estruturais pode significar uma nova opção de material de construção com caráter sustentável e de baixo custo.

Deste modo, identificar estes processos, locais de ocorrência, formas de colheita, secagem e tratamento preservativo, características físico-mecânicas e possibilidades de usos de bambus de médios porte em estruturas são os primeiros passos para o desenvolvimento de um sistema construtivo que utilize o material que temos disponível no Brasil, no caso o *B. tuldoídes*.

A pré-fabricação de sistemas de cobertura, tesouras, vigas compostas com o uso do *B. tuldoídes* pode também possibilitar a minimização de desperdício de materiais, reduzir o tempo de construção, padronizar o processo de fabricação e reduzir os riscos de acidentes por trabalho em alturas e ainda as falhas de execução.

Identificar um uso mais nobre para um material subutilizado, possibilitando seu acesso em todos os níveis de construção, desde pequenos galpões até residências de alto padrão, justifica o estudo mais aprofundado do *Bambusa tuldoídes* a fim subsidiar o desenvolvimento de seu uso em estruturas temporárias e permanentes.

## 2 MÉTODOS

Será realizado uma pesquisa bibliográfica a fim de identificar os processos que envolvem a utilização do *Bambusa tuldoídes* na pré-fabricação de sistemas estruturais composto por feixes. Locais de maior ocorrência desta espécie, cadeia produtiva, secagem e tratamentos preservativos, características físico mecânicas do material, tipos de ligações e sistemas construtivos são algumas questões que devem ser abordadas no estudo.

Visto que não existe norma técnica brasileira para ensaios e dimensionamento de estruturas em bambu, Identificar normas técnicas internacionais para a realização de ensaios para a caracterização físico mecânica do material e para a o projeto e dimensionamento das estruturas é de fundamental importância para o avanço da pesquisa.

O tratamento do bambu é um dos processos mais importantes para garantir segurança e durabilidade às estruturas construídas com este material, visto que, diversos organismos como os fungos, bactérias e insetos xilófagos agem de forma acelerada na degradação do bambu após sua colheita. Portanto, identificar formas de tratamento, que aliem eficácia, segurança ao usuário e permanência é uma etapa a ser vencida neste processo.

Identificar profissionais e suas construções que utilizam estruturas com feixes de bambus de médio diâmetro com sucesso, a fim de compreender o sistema construtivo, as ligações e demais detalhes, traz uma base experimental ao processo, possibilitando a aplicação das técnicas já utilizadas nos países asiáticos, principalmente Vietnã e Tailândia, adaptando este conhecimento à realidade brasileira e ao *B. tuldoídes*.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Características principais do *Bambusa tuldoídes*

Segundo Carolina I. Guerreiro (2010), o *B. tuldoídes* é uma espécie endêmica da China e é amplamente cultivado em todo mundo e foi trazido para a América do Sul no início do século 20 pelos imigrantes portugueses. É uma espécie do tipo entouceirante, ou seja, quando plantado permanece em moitas, portanto, não se alastra. Possui colmos de até 12 metros de altura, diâmetros entre 3 e 6 cm e entrenós de até 40 cm (figura 1 e 2).

**Figura 1 – Touceira do *Bambusa tuldoídes***



Fonte: do autor

Figura 2 – Detalhe da seção do *Bambusa tuldoídes*

Fonte: do autor

Carolina I. Guerreiro (2010), ressalta que em algumas espécies de bambu ocorre o florescimento gregário, sendo que alguns deles morrem logo após o florescimento. O florescimento do *B. tuldoídes* ocorre a cada 23 anos, porém, os registros encontrados apontam que esta espécie permanece saudável após o florescimento.

Não há estudos de mapeamento da ocorrência do *B. tuldoídes* desenvolvidos no Brasil, no entanto, a experiência do autor e relatos de profissionais envolvidos com a aplicação destas espécies relatam a sua ocorrência em praticamente todos os estados brasileiros, principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

A colheita do *B. tuldoídes* é bem simples, com o uso de um arco de serra simples é possível realizar o corte dos colmos maduros. Na maioria das espécies de bambus utilizados na produção de estruturas, os colmos atingem a resistência adequada a partir do terceiro ano após a brotação, é possível observar no quadro 01, a densidade da espécie *Phyllostachys pubescens*, característica diretamente relacionada à resistência do colmo, sobe significativamente ao longo dos três primeiros anos, depois se estabiliza até iniciar um decréscimo a partir do oitavo ano. Por esta razão colhemos o bambu a partir do terceiro ano, pois já possui resistência suficiente para o uso em construções.

**Quadro 01: Relação entre a massa específica aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) de bambu da espécie *Phyllostachys pubescens*.**

IDADE (ano)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P. pubescens	0.43	0.56	0.61	0.63	0.62	0.63	0.62	0.66	0.61	0.61

Fonte: CBRC,2001

Colli et al (2006) analisou algumas das propriedades físico mecânicas do *B. tuldoídes*, massa específica básica -  $M_{b12}$ , massa específica a 12% de umidade -  $M_{e12}$ , contração volumétrica - CVP e contração volumétrica total - CVT, obtendo resultados significativos de massa específica a 12% de umidade que colocam esta espécie na condição de densidade similar as madeiras de alta densidade.

Os resultados apresentam uma maior densidade na região apical e sem o nó, ou seja, valores crescentes em direção ao ápice, o que indica a maior quantidade de fibras por área de seção na parte apical. Colli et al (2006) analisou também esta característica na região com nó e sem o nó, observando uma maior densidade na região do internó, pelo fato da melhor orientação axial das fibras nesta região, e na região dos nós a presença de maior quantidade de células parenquimatosas, células não estruturais, conferem a esta região menor resistência mecânica.(quadro 2)

**Quadro 2: Valores médios das propriedades físicas de *B. tuldoides*, em função da posição e local de retirada das amostras.**

Posição	Região	Meb kg/m <sup>3</sup>	Me12% kg/m <sup>3</sup>	CVP %	CVT %
Base	nó	532	763	19,9	28,6
meio	nó	506	715	18,9	26,5
ápice	nó	473	713	23,7	28,7
Média		504	730	20,8	27,9
Base	internódio	458	617	16,1	21,1
meio	internódio	537	730	16,9	22,5
ápice	internódio	608	733	19,1	23,6
Média		534	693	17,4	22,4

Fonte: Colli et al (2006)

O processo de secagem do bambu é de fundamental importância para garantir a qualidade do material pois interfere diretamente na redução do peso para o transporte, na estabilidade dimensional, na resistência físico mecânica, na resistência ao ataque dos fungos e insetos xilófagos e no surgimento de trincas e fissuras.

O quadro 03 apresenta uma pesquisa realizada por Lopes et al (2000) para identificar os percentagens de umidade de duas espécies de bambus gigantes logo após colheita (Umidade de saturação) e após secagem ao ar que ocorre em 12 semanas em média, assim como as retrações do material após este processo de secagem.

**Quadro 03: Resultados médios de umidade (seco ao ar livre) e retrações totais de três espécies de bambus gigantes.**

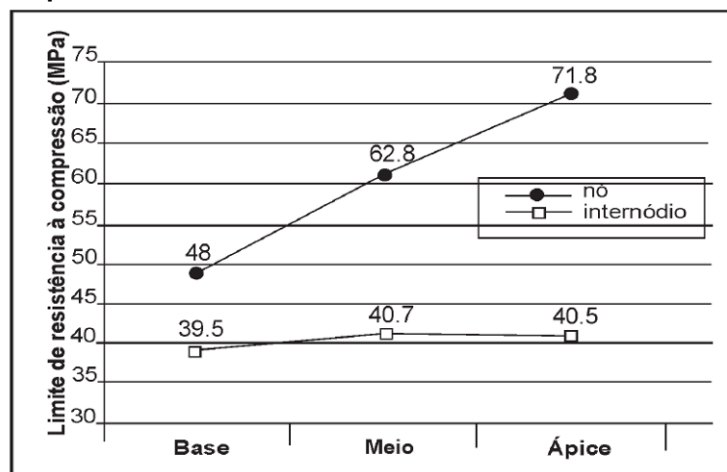
Espécie	Região do colmo	Umidade de Saturação (%)	Umidade seco ao ar (%)	Retração radial (%)	Retração tangencial (%)	Retração Longitudinal (%)
<i>G. angustifolia</i>	base	73,36	16,88	-5,52	-8,75	-1,77
	meio	71,82	15,87	-8,82	-8,14	-0,88
	ponta	57,71	14,09	-7,47	-5,43	-0,84
<i>D. Asper</i>	base	56,96	13,45	-5,29	-5,73	-0,19
	meio	37,59	13,17	-5,13	-5,23	-0,26
	ponta	34,78	15,56	-6,65	-5,46	-0,15

Fonte: Lopes et al (2000)

As normas técnicas, ISO 22156:2004 Bamboo – Structural design, NSR-10: Colombian code for seismically resistant construction. G12: Structures of timber and *Guadua angustifolia* Kunth bamboo, BS 5268-2:1996 Structural use of timber e a norma BS EN 1995-1-1:2004 Eurocode 5: Design of timber structures, além da NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeira, recomendam para uso em construções uma umidade média de 12%, portanto, a secagem ao ar consegue atingir percentagens próximas ao recomendado nas normas.

Colli et al (2006), investigaram os limites de resistência à compressão nas três partes principais do colmo, base, meio e ápice, ou seja, cada segmento representa 1/3 da altura total do colmo. Os resultados demonstram uma alta resistência a compressão do material, chegando próximo a 72 MPa na região apical sem o nó, valores próximos de muitas das espécies folhosas tropicais utilizadas na construção de estruturas (Gráfico 01).

**Gráfico 01: Valores médios do limite de resistência à compressão de base, meio e ápice dos colmos, provenientes dos nós e internódios do *B. tuldooides*.**



Fonte: Colli et al (2006)

O Quadro 04 apresenta a análise do Módulo de Elasticidade a Compressão - MOE do *B. tuldooides* com valores médio na ordem 23.887 Mpa, valor bem superior aos encontrados para madeiras de folhosas e coníferas utilizadas na construção (Colli et al). Segundo MOLITERNO, A relação entre os MOE e MOE12% para as madeiras comerciais no Brasil varia entre 14 e 18 MPa.

**Quadro 04. Valores médios de módulo de elasticidade na compressão (MOE) e da relação MOE/Me12% do *B. tuldooides***

Colmo	MOE (MPa)	MOE/Me12%
1	26.047	33,63
2	23.807	30,14
3	25.499	30,00
4	26.359	35,15
5	21.778	32,50
6	19.832	27,54
Média	23.887	31,49

Fonte: Colli et al (2006)

Estes estudos comprovam a elevada resistência do material proposto, no entanto, ensaios complementares de, para a obtenção de valores de tensão de flexão, Módulo de elasticidade a flexão, tensão de cisalhamento paralelo e perpendicular às fibras e compressão perpendicular às fibras devem ser realizados para se obter parâmetros para o dimensionamento segundo normas específicas.

Não existe ainda no Brasil uma norma técnica específica para projeto de estruturas de bambu e para a realização de ensaios para a caracterização físico mecânica do material, deste modo, para a obtenção dos parâmetros para dimensionamento das estruturas, Sebastian Kaminski (2015) recomenda que os ensaios para a caracterização devem ser realizados segundo a norma técnica ISO 22157-1:2005 Bamboo – Determination of physical and mechanical properties.

Para o dimensionamento das estruturas de bambu, Sebastian recomenda ainda a utilização das normas ISO 22156:2004 Bamboo – Structural design, NSR-10: Colombian code for seismically resistant construction. G12: Structures of timber and *Guadua angustifolia* Kunth bamboo, BS 5268-2:1996 Structural use of timber e a norma BS EN 1995-1-1:2004 Eurocode 5: Design of timber structures.

### 3.2 Tratamento preservativo do *B. tuldóides*

Os bambus em geral são plantas que naturalmente após serem colhidas iniciam processos de degradação por ação de fungos, insetos e bactérias, para tanto, é necessário realizar um tratamento preservativo para evitar essa degradação, favorecendo assim, o prolongamento da vida útil da construção. Existem diversas formas de realizar a preservação dos colmos, sendo a mais utilizada mundialmente a técnica de imersão em solução de 6% de octaborato dissódico tetra hidratado ( $\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), Kaminski, Sebastian (2016) indica que com tratamento adequado o bambu pode ter um vida útil superior a 30 anos, Kaminski ressalta ainda, que são necessárias medidas de projeto para a longevidade do material, proteção física de chuva dirigida e raios UV, ou seja, boas coberturas e proteção de umidade por capilaridade, no caso, eliminar o contato dos apoios com o solo.

Colli et al., avaliaram alguns produtos para o tratamento do *Bambusa tuldóides* Munro para a imunização contra a ação de fungos e insetos xilófagos. Foi utilizado para ensaios laboratoriais uma composição de ácido bórico a 5% e tanino a 1,2%, alcançando resultados satisfatórios, para ensaios de campo uma composição de borato de cobre cromatado obteve melhor desempenho.

Segundo Sebastian, a secagem do bambu é uma etapa importante que deve ser realizada cuidadosamente, a redução da umidade interna eleva a resistência do material, reduz a possibilidade do ataque de fungos e conseqüentemente de insetos xilófagos, além da manutenção do comportamento das ligações na estrutura construída devido a baixa retração do material após a estabilização de sua umidade.

### 3.3 Registro de usos do *B. tuldóides* em estruturas no Brasil

Alguns poucos estudos são encontrados no Brasil relacionados ao uso do *Bambusa tuldóides* em estruturas, dentre eles um material publicado pela SEMA - FETAEP - SENAR em 2009 cujo conteúdo é um manual para a construção de uma estufa para uso agrícola onde é utilizado esta espécie para a formação da cobertura em arco (figura 3). Neste manual não é apresentado ensaios de resistência físico mecânica, nem tão pouco, a análise estrutural do sistema.

**Figura 3 – Estufa Ecológica modelo SENAR -Paraná**

Fonte Estufa Ecológica, SEMA-FETAEP-SENAR, Paraná 2009

WELLINGTON Mary (2007), avaliou a possibilidade do uso do *B. Tuldóides* em estruturas para casas vegetativas, avaliando as deformações de um sistema estrutural de cobertura composto por pórticos utilizando peças compostas com espaçadores (figura 04), para tanto foram realizados ensaios de carregamento nos pórticos para verificação de possíveis deformações determinando assim uma distância ótima entre pórticos de 2,5 metros (figura 05).

**Figura 4 – Detalhe da seção da peça composta**

Fonte: Mary, Wellington (2007)

**Figura 5 – Estufa Ecológica modelo SENAR -Paraná**

Fonte: Mary, Wellington (2007)

### 3.4 Uso de sistemas estruturais em feixe de bambu na Ásia

Utilizar bambus de médios diâmetros é uma realidade em países asiáticos, principalmente na Tailândia e Vietnã, na construção de resorts, casas entre outras edificações. O uso deste tipo de material nestes países se dá a partir da formação de feixes formando seções retangulares ou circulares simulando uma peça composta.





Uthaiattrakoon, Thana (2015) realiza uma revisão de diversos projetos de estruturas com bambu construídos na Tailândia, onde destaca um projeto em específico que utiliza feixes de bambus de diâmetros médios de 6 cm. Neste sistema estrutural, as ligações entre os bambus que formam os feixes devem ser o mais consolidadas possível a fim de garantir que o feixe funcione como uma única peça (figura 06). No quadro 05 é possível observar diferentes configurações de composições de feixes utilizando a espécie *Dendrocalamus strictus*.

**Figura 6 – Detalhe do feixe com bambu da espécie *Dendrocalamus strictus***



Fonte: Bamboo Design and Construction in Thailand : Bamboo Art Gallery at Arsomsilp Institute of the Arts, Uthaiattrakoon, Thana

**Quadro 05 – Detalhe das configurações de feixes proposta pelo engenheiro estrutural.**

No.	Member	Bamboo Species	Section
		Diameter (inch)	
1.	Ridgepole	<i>Dendrocalamus strictus</i>	
		3	
2.	Column	<i>Dendrocalamus asper</i>	
		5	
3.	Rafter support	<i>Dendrocalamus strictus</i>	
		3	
4.	Rare rafter support	<i>Dendrocalamus strictus</i>	
		3	

Fonte: Bamboo Design and Construction in Thailand : Bamboo Art Gallery at Arsomsilp Institute of the Arts, Uthaiattrakoon, Thana

Um dos pioneiros neste tipo de sistema é o arquiteto Vo Trong Nghia. Radicado no Vietnã, Nghia desenvolve coberturas com grandes vãos utilizando feixes de bambus de diâmetros médio de 6 cm, explorando curvas e formas diversas que trazem plasticidade e requinte ao material (Figura 08).



**Figura 8 – Sistema estrutural com tesouras em feixes de bambus de médios diâmetros**

Fonte: <http://votrongnhia.com/projects/naman-beach-bar/>

É possível observar na figura 9, o sistema estrutural de feixes formando uma seção retangular, simulando assim uma peça próxima ao comportamento de uma em madeira laminada colada - MLC

**Figura 9 – Detalhe do sistema estrutural com tesouras em feixes de bambus de médios diâmetros**

Fonte: <http://votrongnhia.com/projects/naman-beach-bar/>

Outra empresa radicada no Vietnã, a Bambubuild, desenvolve uma série de treliças para coberturas utilizando bambus de médios diâmetros em forma de feixes formando uma seção retangular. As treliças são pré-fabricadas em solo e posteriormente posicionadas com o auxílio de equipamentos de movimentação (figura 10)

**Figura 10 – Detalhe da tesoura sendo posicionada**



Fonte: <http://www.bambubuild.com/en/>.

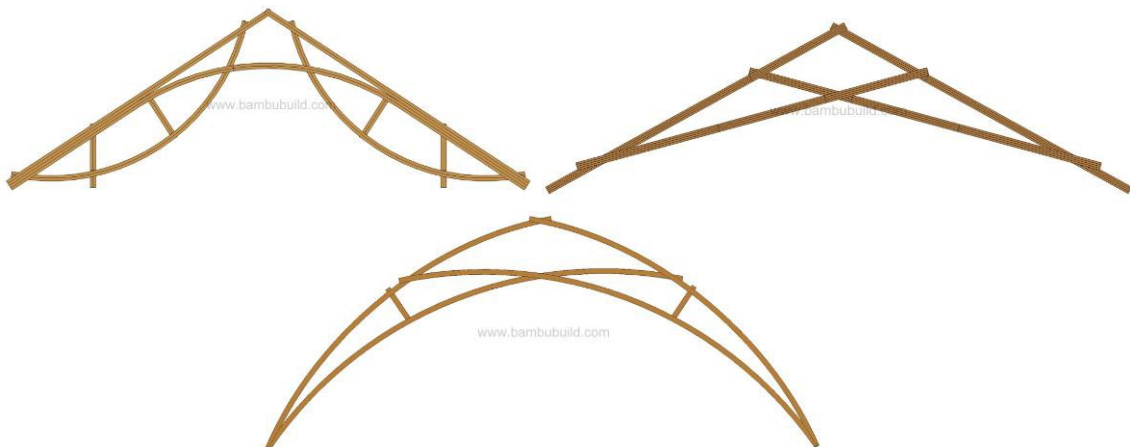
Na figura 11 é possível observar os feixes de bambus com diâmetros médio de 6 cm formando seções retangulares possibilitando curvaturas e sistemas de tesouras não convencionais que vencem vãos de até 14 metros segundo informações coletadas no website da Empresa (figura 12).

**Figura 11 – Detalhe da tesoura sendo posicionada**



Fonte: <http://www.bambubuild.com/en/>.

**Figura 12 – Tipos de tesouras oferecidas pelo fabricante**



Fonte: <http://www.bambubuild.com/en/>.

Os diversos sistemas estruturais com feixes de bambus de médios diâmetros utilizados em países asiáticos, tais como; Vietnã, Tailândia e Indonésia demonstram a possibilidade de usos de bambus de médios diâmetros na construção de estruturas e nos motivam a pensar em soluções estruturais para o uso do *Bambusa tuldoïdes* na produção de treliças para coberturas.

#### 4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir das pesquisas dos sistemas estruturais com feixes de bambus de médios diâmetros, observando as possibilidades de usos em coberturas, aliando resistência, beleza e versatilidade, percebe-se a possibilidade de desenvolver um sistema que utilize uma espécie existente no Brasil, o *Bambusa tuldoïdes*, que, embora exótica, foi trazido para o país a mais de 200 anos, sendo possível encontrar em grande quantidade em diversas regiões do Brasil principalmente no estado de Minas Gerai, Rio de Janeiro e São Paulo.

Com as informações coletadas neste trabalho a proposta é partir para o desenvolvimento de uma solução de treliça pré-fabricada com feixes de *Bambusa tuldoïdes*, que atenda aos requisitos principais de baixo custo e facilidade de execução. Para tanto, é necessário a realização de ensaios a fim de definir as tensões necessárias para o dimensionamento de sistemas estruturais utilizando o *Bambusa tuldoïdes* como principal elemento.

O projeto deve apresentar o detalhamento de todos os elementos, seção dos feixes, ligação, cruzamento entre feixes para a consolidação da seção, ligações dos nós, forma de apoio, dimensões das peças, romaneio completo e quantitativo de materiais. É importante elaborar o projeto para diferentes vãos, recomenda-se vão de 6, 7 e 8 metros, dimensões estas muito comuns para edificações institucionais como escolas e postos de saúde de pequenos municípios.

Um sistema de treliças pré-fabricadas compostas de feixes de bambus de médio diâmetros deve atender a premissas essenciais para que a tecnologia seja adotada, baixo custo de fabricação, facilidade de pré-fabricação e montagem, podemos citar como as principais.

Como forma de garantir sua durabilidade, deve ser indicado tratamentos alternativos que possam ser facilmente utilizados em pequenos municípios e comunidades rurais, onde a disponibilidade de produtos químicos para aquisição é mais restrita, além do alto custo dos produtos.

O estudo mais aprofundado do bambu *B. tuldoïdes* para uso em estruturas significa um avanço para o setor da construção civil, principalmente pela sua disponibilidade e baixo custo, o que viabiliza o uso de forma mais sistêmica de um material subutilizado considerando seu uso em construções.

#### 5 REFERÊNCIAS

Thepa, Sirichai. Structural Analysis of Bamboo Trusses Structure in Greenhouse, School of Energy Environment and Materials King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand (2011)

Hogan, Lucas. Development of Long Span Bamboo Trusses, Architectural Engineering, California Polytechnic San Luis Obispo, USA

Colli, Andréia. Propriedades físico-mecânicas e preservação, com boro e tanino, do *Bambusa tuldoïdes* (Munro), Curso de Engenharia Florestal, UFRRJ - 2006

Sassu, Mauro. Bamboo Trusses with Low Cost and High Ductility Joints, Department of Energy, Systems, Territory and Constructions Engineering, University of Pisa, Pisa, Italy 2012

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR-6023: Informação e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

Bamboo Design and Construction in Thailand : Bamboo Art Gallery at Arsomsilp Institute of the Arts Thana Uthapattrakoon (thana.uthai@gmail.com, www.facebook.com/bambooartgallery).

Degree of Architecture Program in Community and Environmental Architecture, Arsomsilp Institute of the Arts, 399 Soi Anamaingamjaroen 25, Bangkhuntien, Bangkok 10150 THAILAND

Structural use of bamboo: Part 4: Element design equations. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/314151504\\_Structural\\_use\\_of\\_bamboo\\_Part\\_4\\_Element\\_design\\_equations](https://www.researchgate.net/publication/314151504_Structural_use_of_bamboo_Part_4_Element_design_equations) [accessed May 23, 2017].

NBR 7190/97 - Projeto de estruturas de madeira, ABNT, 1997

Carolina I. Guerreiro, FLOWERING OF BAMBUSA TULDOIDES (POACEAE, BAMBUSOIDEAE,

BAMBUSEAE) IN SOUTHERN SOUTH AMERICA, Argentina, 2010

Mary, Wellington, AVALIAÇÃO DE ESTRUTURA DE BAMBU COMO ELEMENTO CONSTRUTIVO PARA CASA DE VEGETAÇÃO, Jaboticabal (2007)

MONTOYA ,JORGE AUGUSTO, ARANGODETERMINACION DE LA CURVA DE SECADO AL AIRE LIBRE, MEDIANTE MODELACION MATEMÁTICA Y EXPERIMENTAL DE LA Guadua angustifolia Kunth (2006)

Lopes, W. G. R.; Freire, W. J.; Ferreira, G. C. S. Ensaio de arrancamento e de empuxamento aplicados a taliscas de bambu. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, p.504-510, 2002.

ISO 22156:2004 Bamboo – Structural design.

NSR-10: Colombian code for seismically resistant construction. G12: Structures of timber and Guadua angustifolia Kunth bamboo, BS 5268-2:1996 Structural use of timber

BS EN 1995-1-1:2004 Eurocode 5: Design of timber structures