

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**JOSÉ RICARDO REGHIN FILHO**

**BAMBU LAMINADO COLADO: PRODUÇÃO,  
CARACTERIZAÇÃO E ACEITAÇÃO CULTURAL NA  
REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ**

**MARINGÁ  
2018**

**JOSÉ RICARDO REGHIN FILHO**

**BAMBU LAMINADO COLADO: PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E  
ACEITAÇÃO CULTURAL NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana na área de concentração Infraestrutura e Sistemas Urbanos.

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Miotto

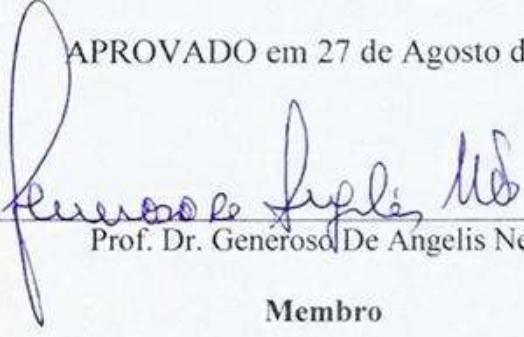
MARINGÁ  
2018

JOSÉ RICARDO REGHIN FILHO

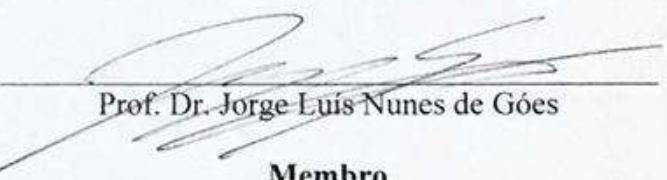
BAMBU LAMINADO COLADO: PRODUÇÃO,  
CARACTERIZAÇÃO E ACEITAÇÃO CULTURAL NA  
REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, na área de concentração Infra-estrutura e Sistemas Urbanos, para obtenção do título de Mestre.

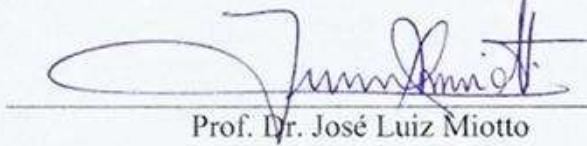
APROVADO em 27 de Agosto de 2018.

  
Prof. Dr. Generoso De Angelis Neto

Membro

  
Prof. Dr. Jorge Luís Nunes de Góes

Membro

  
Prof. Dr. José Luiz Miotto

Orientador

*Dedico este trabalho primeiramente à Deus, com quem pude experimentar cuidado e amor incondicional. Ainda assim, falho eu seria de não dedicar também à minha linda esposa Luana (dona do meu coração) e aos meus queridos pais (inspiração para minha vida). Vocês foram fundamentais em tudo. Gratidão.*

## **AGRADECIMENTOS**

A presente dissertação é fruto de um intenso processo. Todas as mudanças e desafios que foram encontrados durante a execução deste trabalho, fazem com que haja um sincero agradecimento e reconhecimento às pessoas e instituições a seguir mencionadas.

Ao meu querido orientador, professor Dr. José Luiz Miotto por sua paciência, confiança e ensinamentos que vão muito além de simples orientações. Sua preocupação e atenção para comigo e este trabalho foram admiráveis. Com certeza, o tenho como exemplo de dedicação, excelência e profissionalismo com as pesquisas e pesquisadores.

Ao meu ex-aluno, orientado e amigo, Henrique Garcez, por aceitar trabalhar comigo nessa empreitada, doando de seu tempo e esforços para a melhor execução possível dos ensaios realizados neste trabalho. Muito obrigado pela força.

Ao meu pai José Ricardo Reghin, e meus avôs Luiz Reghin e João Darcy Bom, que me ajudaram na colheita dos colmos de bambu utilizados neste trabalho. Espero honrá-los, perpetuando o legado de honra e amor que vocês têm deixado a mim.

À minha esposa, Luana Campos Reghin, por me apoiar em decisões tão importantes, por compreender minhas viagens à Maringá e me ajudar a confeccionar parte dos corpos de prova utilizados.

Aos meus colegas de trabalho, docentes e servidores, na UEM (Campus Umuarama), que sempre me apoiaram e ajudaram durante o período de mestrado.

À Universidade Estadual de Maringá – Campus de Umuarama, que forneceu estrutura física para que este trabalho fosse realizado.

À banca examinadora pela disponibilidade para integrá-la e pelas discussões, sugestões e contribuições ao trabalho.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Engenharia Civil e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá.

À KEHL, por fornecer o adesivo utilizado para a confecção dos corpos de prova deste trabalho.

“Não se colecionam bambus apenas pelo prazer de admirá-los. Naqueles que observam, estudam e amam este vegetal, gera-se uma visão menos pessimista do futuro do planeta. Muitos problemas ecológicos poderiam ser resolvidos, pelo menos em parte, com o bambu”.

(Y. CROUZET – Bambouseraie de Prafance)

## RESUMO

O destino do planeta tem sido alvo de debates e discussões. As atenções têm-se voltado para o desenvolvimento de forma sustentável, no qual as esferas de valorização econômica, reconhecimento social, preservação ambiental e aceitação cultural precisam estar integradas. Em dias em que a indústria da construção civil é uma das que mais impacta o meio ambiente, o bambu surge como um material alternativo, recurso renovável, versátil e de baixo impacto ambiental. Este trabalho visou identificar o potencial uso do bambu laminado colado (BLC), produzido artesanalmente, em edificações da região noroeste do Paraná. Para isso, foi realizada a confecção de peças de bambu laminado colado a partir do emprego de adesivo poliuretano à base de óleo de mamona, além de identificar os principais obstáculos e necessidades das etapas desta fabricação. A ausência de ferramentas apropriadas e a escassez de mão de obra qualificada, são os principais entraves na fabricação do BLC no Brasil. Então, com as peças fabricadas, foram realizados ensaios em laboratório afim de determinar as características físico-mecânicas do material alvo do estudo. A determinação dessas características se deu por meio de ensaios adaptados da ABNT NBR 7.190 (1997): Projeto de Estruturas de Madeira, já que não existem normativas regulamentadoras para o bambu laminado colado. O BLC apresentou teor de umidade próximo ao de equilíbrio estabelecido para madeiras. Sua densidade aparente média foi de 793 kg/m<sup>3</sup>, e baixa variação dimensional (próxima a zero para direção axial, aproximadamente 3% para direção radial, 5% para direção tangencial e 8% para variação volumétrica). A média da resistência a compressão paralela às fibras foi de 74,67 MPa e a resistência ao cisalhamento na linha de cola 7,81 MPa. O adesivo mostrou-se apto para o uso na fabricação do BLC, somente com a ressalva de que há necessidade de que o processo de colagem seja realizado com qualidade, respeitando as recomendações de aplicação fornecidas pelo fabricante. Ainda, uma pesquisa *online* visou verificar a aceitação do BLC por parte dos profissionais especificadores (arquitetos, engenheiros e designers de interiores) atuantes no noroeste do Paraná. No formulário enviado aos participantes, integraram questões relativas à caracterização desses profissionais, suas preferências projetuais e sua opinião acerca do BLC e seus potenciais usos em edificações, seja integrando o sistema construtivo ou ainda como peças de decoração e paisagismo. Constatou-se que o material tem muito potencial de aceitação e aplicação, mas a falta de empresas especializadas e a escassa divulgação de informações técnico-científicas geram receio quanto da especificação deste material em projetos de edificações.

**PALAVRAS-CHAVE:** industrialização do bambu, *Dendrocalamus giganteus*, adesivo à base de óleo de mamona.

## ABSTRACT

The destiny of the planet has been the subject of debates and discussions. Attention has focused on sustainable development, in which the areas of economic valuation, social recognition, environmental preservation and cultural acceptance need to be integrated. On days when the construction industry is one of the most impacting of the environment, bamboo emerges as an alternative material, renewable resource, versatile and low environmental impact. This work aimed to identify the potential use of glued laminated bamboo (GLB), produced by hand, in buildings in the northwestern region of Paraná. For this, it was made the manufacture of pieces of laminated bamboo glued from the use of polyurethane adhesive based on castor oil, in addition to identifying the main obstacles and needs of the steps of this manufacturing. The lack of appropriate tools and the shortage of skilled labor are the main obstacles in the manufacture of BLC in Brazil. Then, with the fabricated parts, laboratory tests were carried out in order to determine the physical-mechanical characteristics of the target material of the study. The determination of these characteristics was made by means of tests adapted from ABNT NBR 7.190 (1997): Wood Structures Project, since there are no regulatory regulations for glued laminated bamboo. The GLB presented moisture content close to equilibrium established for wood. Its average apparent density was 793 kg / m<sup>3</sup>, and low dimensional variation (close to zero for axial direction, approximately 3% for radial direction, 5% for tangential direction and 8% for volumetric variation). The average of the compressive strength parallel to the fibers was 74.67 MPa and the shear strength in the glue line 7,81 MPa. The adhesive was suitable for use in the manufacture of the GLB, only with the proviso that it is necessary that the bonding process be carried out with quality, respecting the application recommendations provided by the manufacturer. In addition, an online survey aimed to verify the acceptance of GLB by the specifying professionals (architects, engineers and interior designers) operating in the northwest of Paraná. In the form sent to the participants, they integrated questions related to the characterization of these professionals, their design preferences and their opinion about GLB and its potential uses in buildings, whether it is integrating the construction system or as decoration and landscaping pieces. It was verified that the material has a lot of potential of acceptance and application, but the lack of specialized companies and the little diffusion of technical-scientific information raise fear when specifying this material in projects of buildings.

KEYWORDS: industrialization of bamboo, *Dendrocalamus giganteus*, castor oil based adhesive.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das espécies de bambu pelo mundo .....	19
Figura 2 - Seção de um colmo de bambu e suas denominações.....	21
Figura 3 - Rizoma paquimorfo (bambus entouceirantes) .....	23
Figura 4 - Rizomas leptomorfos (bambus alastrantes) .....	23
Figura 5 - Usos do bambu de acordo com sua idade .....	25
Figura 6 – Diferenciação de: (a) colmo jovem/imaturo; (b) colmo maduro .....	26
Figura 7 - Cura na touceira (bambu <i>Guadua</i> spp).....	27
Figura 8 - Cura por imersão em água .....	28
Figura 9 – Tratamento químico com método Boucherie .....	29
Figura 10 - Relação entre a resistência e a dureza, em relação à massa específica aparente: comparação do bambu e outros materiais .....	32
Figura 11 - Resistência à compressão paralela às fibras associada à espécie e posição do colmo .....	35
Figura 12 - Possibilidades de utilização do bambu .....	38
Figura 13 - Exemplo de uso do colmo inteiro e processado de bambu .....	39
Figura 14 - Algumas espécies e colorações naturais de bambu .....	40
Figura 15 - Diferentes cores de laminado de bambu .....	40
Figura 16 - Aparato acústico em BLC.....	44
Figura 17 - Eficiência do processo de fabricação de bambu laminado colado na China .....	45
Figura 18-Bambu laminado colado produzido na Colômbia.....	46
Figura 19 – Touceira de bambu gigante ( <i>Dendrocalamus giganteus</i> ) .....	54
Figura 20 – Esquema de separação dos colmos de bambu.....	56
Figura 21 – Divisor de taliscas de bambu .....	57
Figura 22 – Taliscas de bambu dispostas em reservatório para tratamento preservativo.....	57
Figura 23 – Aspecto das taliscas após usinagem.....	58
Figura 24 – Arranjo das lâminas de bambu para colagem .....	59
Figura 25 – Prensa manual (a) e torquímetro com relógio (b) .....	59
Figura 26 – Corpo de prova para determinação do teor de umidade.....	60
Figura 27 – Corpo de prova para ensaio de estabilidade dimensional .....	62
Figura 28 – Corpo de prova para ensaio de compressão paralela às fibras .....	66
Figura 29 – Corpo de prova para ensaio de cisalhamento na lâmina de cola.....	67
Figura 30 – Fluxograma do processo de fabricação do BLC .....	69
Figura 31 - Modelo de taliscador de colmos de bambu.....	70
Figura 32 - Taliscas de bambu usinadas .....	71
Figura 33 - Adesivo bi-componente (AG201).....	72
Figura 34 - BLC sendo prensado.....	72
Figura 35 – Placa de BLC .....	73
Figura 36 - Delimitação da Região Noroeste do Estado do Paraná.....	80
Figura 37 – Classes profissionais entrevistadas .....	82
Figura 38 – Atividades projetuais realizadas pelos profissionais participantes .....	84
Figura 39 – Materiais preferenciais no uso em revestimentos .....	85
Figura 40 – Variação da coloração de taliscas de bambu por tratamento térmico .....	88

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Principais adesivos e seus usos.....	52
Quadro 2 – Objetivos específicos e respectivas ações metodológicas .....	53
Quadro 3 - Matriz SWOT para análise de cenário na inserção do BLC no noroeste do Paraná .....	90

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Massa específica do bambu segundo diversos autores .....	32
Tabela 2 - Variação dimensional de algumas espécies de bambu.....	33
Tabela 3 - Razão entre tensão de tração e o peso específico de alguns materiais .....	36
Tabela 4 – Resumo dos principais estudos realizados acerca do bambu laminado colado .....	48
Tabela 5 – Valores de massa inicial, massa seca e teor de umidade do BLC .....	74
Tabela 6 – Valores de composição para densidade básica e densidade aparente do BLC .....	75
Tabela 7 – Valores de variação dimensional relacionados com a densidade do BLC .....	76
Tabela 8 – Valores da resistência a compressão paralela às fibras do BLC.....	77
Tabela 9 – Valores da resistência ao cisalhamento na lâmina de cola do BLC .....	78
Tabela 10 – Síntese dos resultados de propriedades do BLC – <i>Dendrocalamus giganteus</i> ....	79
Tabela 11 – Número de arquitetos distribuídos nas cidades do noroeste do Paraná.....	81
Tabela 12 - Número de participantes por cidade .....	83

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
BLC – Bambu laminado colado  
CAU – Conselho de Arquitetura e Urbanismo  
CIB – Conselho Internacional da Construção  
COPEP – Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos  
CP – Corpo de prova  
EBRAMEM – Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira  
EPI – Emulsão polimérica de isocianato  
ICBO – *International Conference of Building Officials*  
INBAR – *International Network for Bamboo & Rattan*  
LBL – *Laminated Bamboo Lumber*  
MDF – *Medium-Density Fiberboard*  
MDP - *Medium-Density Particleboard*  
MLC – Madeira laminada colada  
MOE – Módulo de elasticidade  
MOR – Módulo de ruptura  
MUF – Adesivo a base de melamina-ureia-formaldeído  
NBR – Norma Brasileira Registrada  
OSB – *Oriented Strand Board*  
PF – Adesivo a base de fenol-formaldeído  
PNMCB – Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo de Bambu  
PRF – Adesivo a base de fenol-resorcinol-formaldeído  
PU – Adesivo poliuretano  
PVA – Adesivo a base de acetado de polivinila  
R – Adesivo resorcinol  
RF – Adesivo resorcinol-formaldeído  
SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná  
T – Adesivo a base de tanino  
TRF – Adesivo a base de resorcinol-tanino-formaldeído  
UEM – Universidade Estadual de Maringá  
UF – Adesivo a base de ureia-formaldeído  
UV – Ultravioleta

## LISTA DE SÍMBOLOS

### **Letras romanas maiúsculas**

A – Área da seção transversal do corpo de prova em plano normal às fibras;  
 $A_{gv,0}$  – Área inicial da lâmina de cola do corpo de prova, em plano paralelo às fibras;  
 $F_{c,0MÁX}$  – Força de compressão máxima aplicada ao corpo de prova;  
 $F_{v,0MÁX}$  – Força cisalhante máxima aplicada ao corpo de prova;  
L – Dimensão do corpo de prova;  
U – Teor de umidade;  
 $U_{eq}$  – Teor de umidade de equilíbrio;  
 $V_{sat}$  – Volume do corpo de prova saturado;  
 $V_{seca}$  – Volume do corpo de prova seco;  
 $V_{U_{eq}}$  – Volume do corpo de prova com o teor de umidade de equilíbrio.

### **Letras romanas minúsculas**

$f_{c,0}$  – Resistência aos esforços de compressão paralela às fibras;  
 $f_{gv,0}$  – Resistência aos esforços de cisalhamento na lâmina de cola, em plano paralelo às fibras;  
 $f_t$  – Resistência aos esforços de tração;  
 $m_i$  – Massa inicial do corpo de prova;  
 $m_s$  – Massa seca do corpo de prova;  
 $m_{U_{eq}}$  – Massa do corpo de prova com o teor de umidade de equilíbrio.

### **Letras gregas maiúsculas**

$\Delta V_{sat}$  – Variação do volume em situação saturada;  
 $\Delta V_{seca}$  – Variação do volume em situação seca.

### **Letras gregas maiúsculas**

$\gamma$  – Peso específico;  
 $\varepsilon_i$  – Inchamento;  
 $\varepsilon_r$  – Retração;  
 $\rho_{ap}$  – Densidade aparente;  
 $\rho_{bas}$  – Densidade básica;  
 $\sigma_{c,0}$  – Tensão de compressão paralela às fibras;  
 $\sigma_{t,0}$  – Tensão de tração paralela às fibras;  
 $\tau_{,0}$  – Tensão de cisalhamento paralelo às fibras.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA .....	15
1.2	OBJETIVOS.....	17
1.2.1	Objetivo Geral .....	17
1.2.2	Objetivos Específicos.....	17
<b>2</b>	<b>O BAMBU .....</b>	<b>19</b>
2.1	MORFOLOGIA E CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS .....	21
2.2	CONDIÇÕES PARA CULTIVO E CORTE DOS COLMOS.....	24
2.3	TRATAMENTOS PRESERVATIVOS .....	26
2.4.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS E MECÂNICAS .....	30
2.4.1.	Características Químicas .....	30
2.4.2.	Características Físicas.....	31
2.4.3	Características Mecânicas .....	33
2.5	O EMPREGO DO BAMBU.....	37
2.5.1	Fatores pertinentes à aceitação cultural.....	39
<b>3</b>	<b>O BAMBU LAMINADO COLADO (BLC).....</b>	<b>44</b>
3.5	ADESIVOS .....	49
3.5.1	Propriedades dos adesivos no bambu .....	50
3.5.2	Tipos de adesivos .....	52
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>53</b>
4.1	ESCOLHA DA ESPÉCIE DE BAMBU .....	54
4.2	CARACTERIZAÇÃO DO ADESIVO ESCOLHIDO.....	55
4.3	CONFECÇÃO DO BAMBU LAMINADO COLADO (BLC).....	56
4.4	ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA .....	60
4.5	PESQUISA DE CAMPO QUANTO À ACEITAÇÃO CULTURAL DO BLC.....	67
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>69</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>91</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>104</b>
	<b>ANEXO A.....</b>	<b>107</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável tem atraído a atenção da comunidade científica nos últimos anos. É notório saber que em ambientes urbanos, onde está a grande concentração populacional do planeta, ocorrem vários problemas que decorrem do desequilíbrio ambiental. Ter uma produção que seja ambientalmente correta, socialmente justa, economicamente viável e culturalmente aceita, é um objetivo amplamente desejável (BARBIERI et al., 2010). A indústria da construção civil – uma das mais poluidoras – busca por alternativas sustentáveis para o processo exploratório e fabril de seus materiais, bem como para o sistema construtivo das edificações.

As construções sustentáveis devem basear-se na prevenção e redução dos resíduos pelo desenvolvimento de tecnologias limpas; no uso de materiais recicláveis ou reutilizáveis; no uso de resíduos como materiais secundários e na coleta e disposição inerte dos mesmos; na utilização de instalações que reduzam o consumo de água e energia, entre outros aspectos (BARDELLA; CAMARINI, 2006).

Em meio a esse quadro, o bambu emerge como material alternativo, recurso renovável, versátil e de baixo impacto ambiental. O bambu é uma gramínea que possui 1.439 espécies distribuídas na faixa intertropical do planeta (BPG, 2012). O Brasil conta com a maior diversidade e o mais alto índice de florestas com exclusividade de espécies de bambu em toda a América Latina – contando com 137 espécies (LONDOÑO, 1998; CASAGRANDE JÚNIOR, 2004). Intitulado, muitas vezes, como a “planta dos mil usos”, este vegetal tem utilização milenar.

Por sua geometria particular e sua baixa resistência ao cisalhamento – não permitindo a cravação de pinos e execução de entalhes – a execução de projetos de grandes estruturas, que exija emendas ou ligações, torna-se dificultosa. Além disso, há indícios que o bambu não é amplamente aceito pela população brasileira em sua geometria original. Por isso, dentre seus mais variados usos no âmbito da construção civil, destaca-se a aplicação da laminação do bambu. As pesquisas mais recentes com enfoque de sua utilização na construção civil giram em torno de sua forma processada, na fabricação de vigas e de painéis. Os estudos internacionais têm avançado nos últimos anos com o propósito de criar-se uma normativa afim de padronizar ensaios e cálculos.

O bambu laminado colado (BLC) é um material compósito fabricado com taliscas retiradas dos colmos de bambu e unidas com adesivo próprio. Desta maneira, o material pode

assumir novas geometrias, abrindo um grande leque de usos e aplicações. A utilidade do BLC na composição de peças estruturais faz com que haja a oportunidade de se utilizar um material leve, resistente e com a potencialidade de substituir materiais como a madeira e o aço na composição estrutural de edificações.

Na união das lâminas de bambu podem ser utilizados diversos tipos de adesivos. Dentre os mais utilizados citam-se os adesivos à base de fenol-formaldeído. Porém, apresentam prejuízos ambientais, visto que requerem alto consumo de energia por necessitar de elevadas temperaturas (130 a 160 °C), toxicidade e alto preço do fenol, cuja matéria-prima é o petróleo (REMADE, 2003). Aspirando obter um material sustentável, há a possibilidade de se utilizar adesivos derivados de materiais naturais, como o óleo de mamona.

Diferentes são os entendimentos quanto aos aspectos englobados quando se trata de desenvolvimento sustentável. Dentre todos, quatro deles se destacam, quanto ao emprego sustentável do BLC em edificações urbanas, que são:

- *Social* – permitindo justo acesso à toda a população e até mesmo gerando novos empregos e oportunidades;
- *Ambiental* – utilizando racionalmente os recursos naturais e procurando causar o menor impacto ambiental possível;
- *Econômico* – produção viável do material, proporcionando crescimento econômico; e
- *Cultural* – sendo potencial opção de escolha quanto ao critério de especificação e emprego por profissionais projetistas (arquitetos, engenheiros civis e decoradores, entre outros).

Nesse contexto, este trabalho se justifica por possuir o potencial de confirmar dados obtidos por outros pesquisadores (como Rivero (2003), Ostapiv (2007), Ventura, Ramos e Pereira (2013), Rosa et al. (2014) e Sharma (2014)) e obter novos pareceres – tanto quanto ao uso de adesivo à base de óleo de mamona na fabricação do BLC, quanto na avaliação de aceitação cultural do material por profissionais específicadores.

## 1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

O setor da construção civil é, claramente, protagonista na realização dos intentos globais do desenvolvimento sustentável. O Conselho Internacional da Construção – CIB – declara que este setor é o que mais consome energia de forma intensiva e usufrui dos recursos naturais, causando relevantes impactos ambientais, dentre eles: geração de resíduos sólidos,

líquidos e gasosos, além do elevado consumo energético e exploração de matérias-primas (MMA, 2017).

Com o objetivo de se reduzir os impactos ambientais gerados pela indústria da construção, surge o paradigma da construção sustentável – que, segundo a Agenda 21 é definida como: “um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica” (MMA, 2017, p. 1).

Dentre os materiais de construção que são capazes de contribuir com a sustentabilidade em edificações, destaca-se o bambu, cujo emprego em áreas urbanas é benéfico em vários setores. Robinette et al. (1972) acreditam que as plantas atuam no meio ambiente das mais variadas formas, desde o controle da precipitação até mesmo na purificação do ar. Carvalho (2001) ainda afirma que a vegetação tem o potencial de amenizar, e até mesmo solucionar, vários problemas ambientais urbanos, dentre eles as variações de temperatura, a poluição sonora, a erosão do solo e o preenchimento dos vazios urbanos.

No oriente, especialmente no Japão, o bambu é amplamente utilizado nos espaços urbanos – principalmente junto ao sistema viário, pois a camada espessa do rizoma, com seu caule subterrâneo, evita que o solo seja levado por chuvas intensas. Além de conter a erosão, suas folhas possuem alta capacidade de absorção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), convertendo-o em oxigênio, purificando o ar do meio urbano (OSSE; MEIRELLES, 2011).

Pela capacidade de incorporar o  $\text{CO}_2$  à biomassa vegetal, através da fotossíntese, o bambu é classificado como uma planta C<sub>4</sub> – que se refere ao número de átomos de carbono presentes no primeiro produto de fixação do dióxido de carbono (DELGADO, 2011). Oprins et al. (2006) declaram que, em pesquisas realizadas na Bélgica, o bambu apresentou capacidade de reciclar 12 toneladas/hectare de  $\text{CO}_2$  da atmosfera, quantidade maior do que as seringueiras (COTTA, 2006) e o eucalipto (SBS, 2016).

Tendo o exposto, há a percepção de que o desconhecimento das propriedades e potenciais do bambu pela população em geral, e a constância de seus usos em construções provisórias e/ou em edificações apenas no meio rural, fazem com que o bambu tenha desempenho insatisfatório frente a outros materiais.

Uma solução para atenuar essa rejeição é a utilização de tecnologia na produção de vigas, painéis e outros elementos construtivos. O BLC é um material compósito formado por lâminas retiradas do colmo de bambu e unidas por adesivo. Esse material, além de proporcionar a fabricação de peças com geometrias distintas da encontrada no bambu

(elíptica), faz com que seja possível a utilização de ligações metálicas, como em estruturas de madeira (MAHDAVI; CLOUSTON; ARWADE, 2012).

## 1.2 OBJETIVOS

São apresentados nesta seção os objetivos geral e específicos da presente dissertação.

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é identificar o potencial do bambu laminado colado, produzido artesanalmente, em edificações da região noroeste do Paraná.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para que o objetivo geral seja alcançado, pressupõe-se que sejam atingidos simultaneamente os seguintes objetivos específicos:

- Descrever as necessidades e obstáculos em cada etapa do processo produtivo do bambu laminado colado com adesivo à base de óleo de mamona;
- Identificar as características físico-mecânicas do material a partir de ensaios;
- Verificar a aceitação cultural do BLC quanto da especificação para projetos de edificações.

## 1.3 LIMITES DA PESQUISA

Esta pesquisa tem seu foco na verificação do potencial sustentável do material bambu laminado colado, para uso em edificações urbanas. Apesar de a sustentabilidade ter sido abordada em quatro aspectos (ambiental, social, econômico e cultural), neste trabalho são verificados apenas os aspectos ambientais e culturais, haja vista que tanto a investigação do aspecto social quanto da econômica exigem a consideração de um grande número de variáveis, relacionadas a inúmeros valores como: geração de empregos, impacto social, melhoria da qualidade de vida, insumos, impostos etc.

Este estudo também se limita quanto à espécie adotada de bambu (*Dendrocalamus giganteus*), pelos excelentes resultados apresentados em vários estudos, como os de Paes et al. (2009), Rosa et al. (2014), Sharma et al. (2014), entre outros, além da facilidade de encontrá-

la na região noroeste do Paraná. Ademais, optou-se pelo adesivo à base de óleo de mamona, para que sejam mantidas as características sustentáveis do material.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho a seguir apresentado, com intuito de cumprir os objetivos propostos, encontra-se organizado em seis capítulos, além desta introdução, e assim dividido:

*Capítulo 2* – Refere-se à primeira parte da revisão de literatura, em que é descrito o bambu, a gramínea que é matéria-prima do material compósito, alvo deste estudo. Essa descrição vai desde a apresentação das suas principais espécies, sua fisiologia até suas características físico-mecânicas, seu emprego nas construções e atividades humanas e aspectos relevantes quanto sua aceitação cultural.

*Capítulo 3* – Apresenta a segunda parte da revisão de literatura, na qual é caracterizado o BLC, expostos os processos para sua fabricação, listagem dos adesivos utilizados e suas características.

*Capítulo 4* – São apresentados os procedimentos metodológicos empregados com intuito de cumprir os objetivos já expostos, proporcionando a identificação do potencial do BLC em edificações.

*Capítulo 5* – São apresentados e discutidos os resultados dos procedimentos metodológicos expostos no Capítulo 4.

*Capítulo 6* – É evidenciada a conclusão da pesquisa, seus pontos positivos e negativos, além dos estudos futuros propostos.

## 2 O BAMBU

Neste capítulo, dedicado exclusivamente ao bambu, serão abordadas suas características, distribuição geográfica, suas principais utilizações e como esta gramínea deve ser beneficiada para cada uso.

Os bambus são vegetais que pertencem à família *Graminae* e subfamília *Bambusoideae*, algumas vezes tratados separadamente como pertencentes à família *Bambusaceae*. Apesar dos autores mais conceituados não concordarem em exatidão em relação ao número, a publicação mais atual é de que os bambus possuem aproximadamente 121 gêneros e 1.439 espécies (BPG, 2012). Ademais, se distribuem naturalmente dos trópicos às regiões temperadas, tendo, no entanto, maior ocorrência nas zonas quentes e com chuvas abundantes das regiões tropicais e subtropicais da Ásia, África e América do Sul, como demonstrado na Figura 1.

**Figura 1 - Distribuição das espécies de bambu pelo mundo**



Fonte: Hidalgo-López (2003)

Há espécies nativas de bambu em todos os continentes, exceto na Europa. A distribuição de bambus entre os continentes é aproximadamente 67% na Ásia e Oceania, 3% na África e 30% nas Américas (HIDALGO-LÓPEZ, 2003). Segundo Soderstrom, Judziewicz e Clark (1988), foram identificadas em torno de 440 espécies de bambu no continente americano, sendo aproximadamente 320 lenhosos e 120 herbáceos (ornamentais).

De acordo com Hidalgo-López (2003), dentre os bambus lenhosos, apenas 15 espécies pertencem ao gênero *Guadua*, que são consideradas as melhores espécies das Américas. Esta

consideração se deve ao seu grande tamanho, seu uso na construção civil e, especialmente, por seu potencial industrial. Atualmente, o gênero *Guadua* conta com 36 espécies identificadas e algumas espécies gigantes ainda não identificadas. O diâmetro de seus colmos é aproximadamente 22 centímetros e sua altura pode ultrapassar os 30 metros.

O Brasil dispõe de 34 gêneros e 232 espécies de bambus nativos, sendo considerados 16 gêneros de bambu do tipo herbáceo e 18 do tipo lenhoso. Entre os tipos herbáceos têm-se quatro gêneros endêmicos, destacando-se o *Olyra* e *Pariana*, com 18 espécies cada. Dentre os bambus lenhosos existem seis gêneros endêmicos, destacando: *Merostachys*, com 53 espécies; *Chusquea*, com 40 espécies; e *Guadua*, com 16 espécies. No Brasil, ocorrem 89% de todos os gêneros e 65% de todas as espécies de bambus conhecidas na América (FILGUEIRAS; GONÇALVES, 2004). Segundo Londoño (1998), os estados brasileiros que mais possuem diversidades de espécies são Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Paraná.

O INBAR (1999) considera que 75% das espécies de bambus são utilizadas localmente para algum propósito, e que 50 dessas espécies são efetivamente utilizadas. Por isso, há uma recomendação para introdução e experimentação de 19 espécies de bambu consideradas prioritárias, baseando-se em critérios relativos quanto a sua utilização, cultivo, processamento e produtos, recursos genéticos e características edafoclimáticas. Mais da metade dessas espécies prioritárias já foram introduzidas no Brasil e estão adaptadas às condições locais de clima e solo, dentre elas pode-se citar *Bambusa vulgaris* (bambu listrado), *Dendrocalamus giganteus* (bambu gigante) e *Phyllostachys pubescens* (bambu mossô).

É relevante a menção das políticas públicas criadas para o incentivo do cultivo e manejo do bambu no Brasil. Em 8 de setembro de 2011 foi criada a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo de Bambu – PNMCB, por meio da lei nº 12.484/2011. Esta política tem a intenção de fomentar a cultura do bambu no Brasil quanto ao seu cultivo e manejo dirigido à extração dos brotos, produção de colmos e aplicações ambientais, além do potencial de desenvolvimento socioeconômico regional (BRASIL, 2011).

Apesar da PNMCB tratar apenas de diretrizes gerais, já é possível considerá-la como um grande avanço nesta questão. Ainda assim, segundo Guilherme, Ribeiro e Cereda (2017), a cultura do bambu ainda necessita de muito incentivo tecnológico para que haja uma produção voltada à comercialização. Os autores destacam também que a própria PNMCB reconhece que a cadeia produtiva do bambu precisa de muito investimento, para que seja valorizado como produto agro-silvo-cultural, e assim gere renda em regiões de predominância de agricultura familiar.

## 2.1 MORFOLOGIA E CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

O bambu é caracterizado como uma planta lenhosa, devido às características de seu colmo, monocotiledônea e pertencente às angiospermas. Da mesma forma que as árvores, o bambu possui uma parte subterrânea (raízes e rizoma) e outra aérea (colmo).

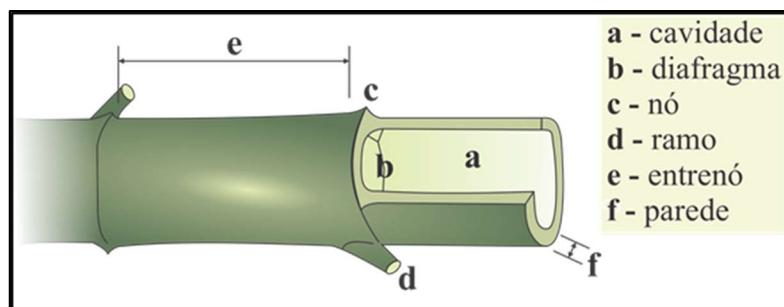
Recht e Wetterwald (1992) descrevem a constituição do bambu, que se consolida por um conjunto subterrâneo de rizomas, os colmos aéreos e os galhos – que são formados de uma alternância de nós e entrenós.

### a) Colmo

O colmo do bambu é semelhante aos troncos das árvores, porém neste caso, é oco em sua grande maioria. Possui um formato levemente cilíndrico e dispõe uma sequência de entrenós ocos, separados transversalmente uns dos outros por diafragmas (septos). Na parte externa da planta, os diafragmas aparecem como nós, de onde surgem os ramos e folhas, dispostos alternadamente. Além disso, os diafragmas proporcionam aos colmos maior rigidez e resistência, concedendo-lhes a capacidade de suportar tensões geradas pela ação do vento e seu peso próprio.

Os feixes fibrovasculares são os elementos mais importantes do colmo, principalmente quando se pensa na utilização do bambu como matéria-prima fibrosa de natureza lignocelulósica. No entanto, o número de feixes por unidade de área do colmo varia com a espécie e a posição dos feixes ao longo do comprimento do colmo. O bambu apresenta uma alta relação comprimento/diâmetro da fibra. Por isto, suas fibras apresentam alta flexibilidade sendo também relativamente macias (OSTAPIV, 2007). Na Figura 2 é demonstrada a seção de um colmo de bambu.

**Figura 2 - Seção de um colmo de bambu e suas denominações**



Fonte: Adaptado de Janssen (2000)

Com o desenvolvimento da planta, uma folha caulinar protetora, fixada a um nó anterior no anel caulinar, envolve cada novo entrenó. Os nós são pedaços de tecido vegetal massivo, contendo geralmente uma gema dormente, o anel nodular e o anel da bainha. É nas gemas onde surgirá o novo crescimento segmentado – rizoma, colmo ou galho.

Com relação à morfologia do bambu, Pereira e Beraldo (2007) trazem uma referência a um tronco de cone, visto que os colmos nascem com o diâmetro que terão por todo o seu período de vida e que vai diminuindo com a altura do colmo. Chaowana (2013) ainda afirma que, diferente das espécies arbóreas, o bambu não possui crescimento radial, pois não apresenta meristema secundário.

### **b) Rizoma**

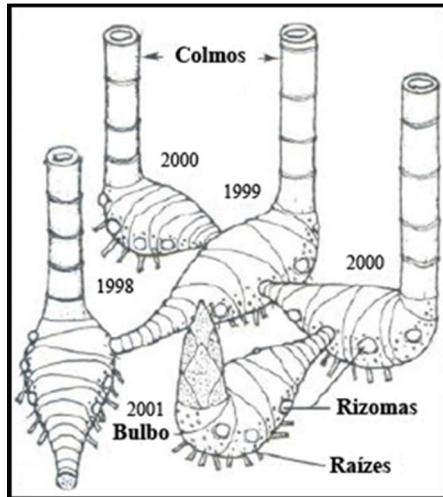
Os rizomas são tipos de caules, geralmente subterrâneos, horizontais, ricos em reservas, que se distinguem das raízes pela presença de nós, gemas e escamas (FERRI; MENEZES; MONTEIRO, 1981; NUNES, 2005). Os rizomas são estruturas determinantes para o uso adequado do bambu em processos de restauração de solo, isso porque sua anatomia e função podem interagir de maneira diferenciada no solo.

No desenvolvimento do bambu, os rizomas possuem função, sendo responsáveis não só pelo armazenamento de nutrientes para distribuição posterior, mas também pela propagação da planta. O nascimento de novos colmos anualmente é por reprodução assexuada por ramificações destes rizomas (PEREIRA; BERALDO, 2007).

As espécies de bambu podem ser classificadas em duas categorias tradicionais, quando se trata de crescimento: os entouceirantes ou simpodiais e os alastrantes ou monopodiais (HIDALGO-LÓPEZ, 1974). Para Santos (1996), o aspecto mais marcante do bambu é o seu crescimento.

O desenvolvimento simodial é por formação de touceiras mais ou menos densas, com rizomas curtos e grossos e de crescimento limitado (rizoma paquimorfo), que despontam na superfície do solo, dando origem a um novo colmo (Figura 3). Os rizomas paquimorfos são encontrados nas espécies do gênero *Bambusa*, *Guadua* e *Dendrocalamus*, comuns nas zonas tropicais. Eles formam no solo uma rede menos densa do que as espécies com rizomas leptomorfos. Permitem maior percolação de água no solo e ajudam a controlar a erosão, fixando-se no solo em ravinas, margens de rios e beira de estradas (LONDOÑO, 2002).

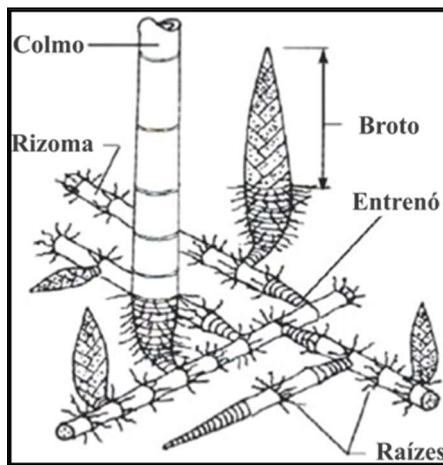
**Figura 3 - Rizoma paquimorfo (bambus entouceirantes)**



Fonte: Clayton-Barbosa (2012)

As espécies que crescem de modo alastrante e rasteiro são de forma mais aberta. Possuem propagação lateral mais rápida, devido ao crescimento ilimitado de rizomas compridos e delgados (rizomas leptomorfos) que dão origem a novos colmos (Figura 4).

**Figura 4 - Rizomas leptomorfos (bambus alastrantes)**



Fonte: Clayton-Brabosa (2012)

Bambus com rizomas leptomorfos apresentam ramos e folhas nas partes altas do colmo, mesmo antes que este atinja sua altura final. O período de brotação dos colmos ocorre no início da estação chuvosa (NUNES, 2005; BAMBU BRASILEIRO, 2015).

Exemplos de bambus com rizoma leptomorfo são as espécies do gênero *Phyllostachys*, conhecidos popularmente como vara-de-pesca ou bambu-chinês, que formam no solo uma

rede tão densa e forte que nem a água da chuva consegue penetrar. Essa característica foi considerada por Londoño (2002) como ideal para conservação de solos declivosos e íngremes.

## 2.2 CONDIÇÕES PARA CULTIVO E CORTE DOS COLMOS

Segundo Pereira e Beraldo (2007), grande parte das espécies de bambu se ambienta bem ao clima tropical com bom desenvolvimento entre 8°C e 36°C. Santos (1996) complementa informando que as chuvas possuem papel fundamental, uma vez que um alto teor de umidade é imprescindível para o bambu. A planta precisa de muita água e nutrientes, uma vez que seu crescimento é muito veloz. Chuvas entre 1.200 e 1.800 mm/ano, bem distribuídas, dão condições básicas para a cultura do bambu, especialmente quando a produção tem fim comercial.

Apuama (2015) afirma que, em linhas gerais, o bambu não é exigente em termos de condições de solo. Porém, observa-se que seu maior desenvolvimento é em terrenos arenosos com boa drenagem e elevado teor de matéria orgânica. O bambu não se desenvolve em solos de brejo com encharcamento permanente. Boa parte das espécies de bambu nativas sobrevive associada à floresta nativa. Geralmente o bambu é tolerante ao sombreamento, podendo se desenvolver mesmo à sombra de outras espécies. Pereira e Beraldo (2007) acrescentam ainda que o bambu possui imenso potencial agrícola em virtude de ser uma planta perene, produzir colmos anualmente por reprodução assexuada, sem necessitar de replantio.

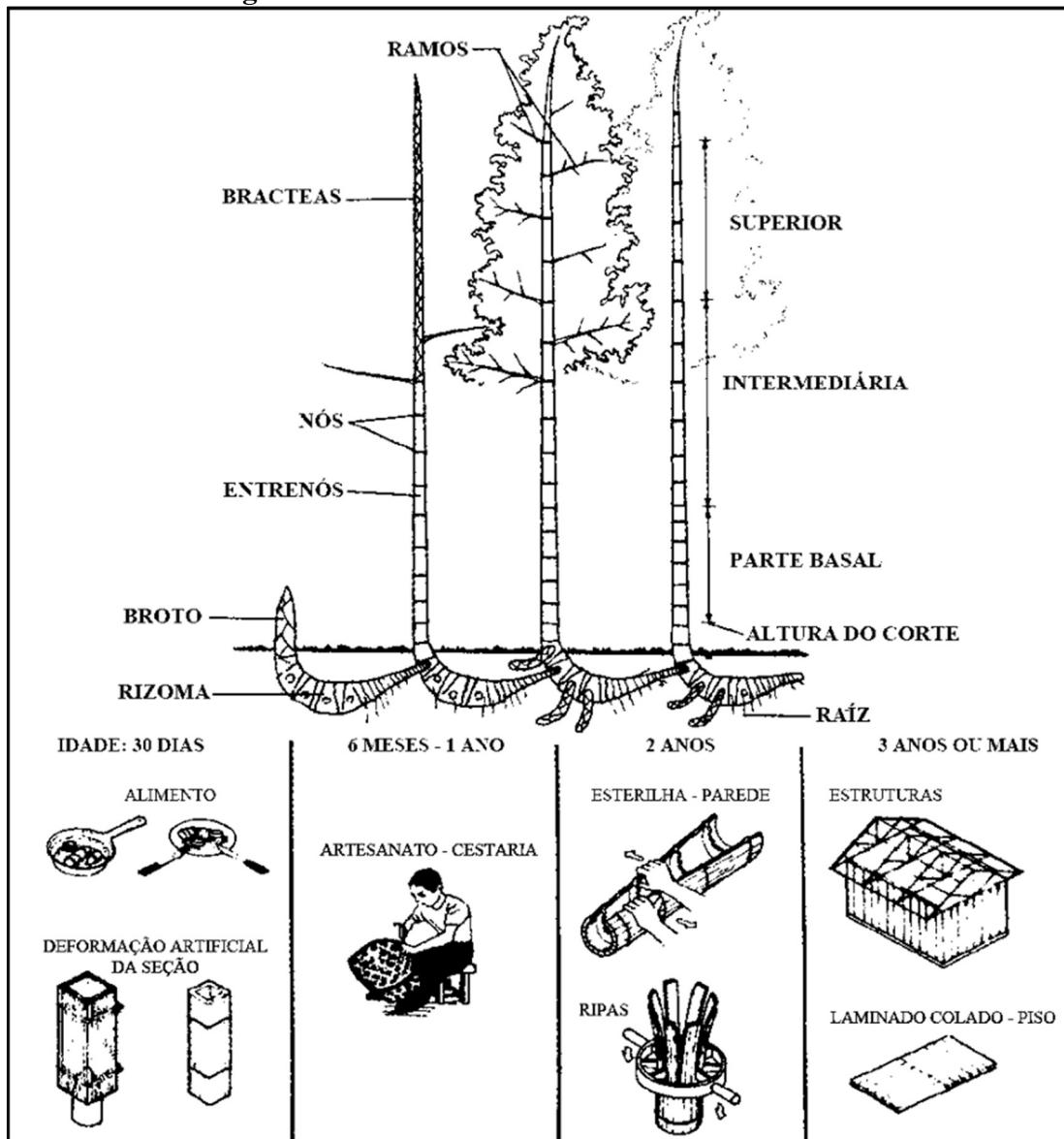
A colheita anual deve ser realizada, de acordo com Pereira (2001), não somente com o objetivo de extrair os colmos que serão aproveitados, mas também os que estão velhos ou defeituosos. Isso fortalece o bambuzal porque evita o congestionamento pela quantidade excessiva de colmos.

Conforme Bambu Brasileiro (2015), o bambu deve ser cortado sempre após o primeiro nó, de modo a evitar que o rizoma apodreça. O corte deve ser seco e preciso, feito com machado (no caso dos gigantes), facão ou serras. Ainda se recomenda que: bambus com mais de sete anos de idade devem ser removidos, para que a energia do grupo se direcione para os novos colmos e brotos; não se deve remover mais que 80% de um grupo de bambus, pois isso pode abalar a planta; para colher brotos, a melhor época é pouco após o seu aparecimento; para obter colmos resistentes, a melhor estação é o inverno.

Dependendo da idade do colmo existem diferentes tipos de aproveitamentos propostos, compreendendo desde o seu uso como broto comestível, quando o colmo possui apenas algumas semanas de vida, até para usos estruturais, quando o colmo possui idade de

três ou mais anos. As principais partes de um colmo de bambu (*Guadua angustifolia*) e suas possíveis aplicações, de acordo com sua idade, estão apresentadas na Figura 5 (PEREIRA; BERALDO, 2007; HIDALGO-LÓPEZ, 1974).

**Figura 5 - Usos do bambu de acordo com sua idade**



Fonte: Adaptado de Hidalgo-López (1974)

É possível determinar a idade de uma árvore por sua altura e diâmetro do tronco. Porém, determinar a idade do bambu não é tarefa muito simples. Para isso, Rehman e Ishaq (1947 apud HIDALGO-LÓPEZ, 2003) sugeriram algumas técnicas para esta determinação:

- **Quanto à posição do colmo na moita** – colmos maduros encontram-se mais ao centro e os imaturos mais na periferia;

- **Quanto ao conteúdo de umidade** – colmos maduros possuem menor teor de umidade do que os imaturos; também apresentam umidade decrescente com a altura enquanto nos imaturos a umidade é praticamente constante ao longo do colmo;
- **Quanto à dureza externa** – a superfície externa dos colmos maduros é mais dura do que os imaturos;
- **Quanto à coloração** – colmos imaturos possuem coloração mais acentuada ou mais forte/vibrante que os maduros, sendo estes geralmente manchados.

Para melhor percepção, a Figura 6 ilustra os aspectos visualmente perceptíveis de colmos considerados imaturos e maduros para o corte.

**Figura 6** – Diferenciação de: (a) colmo jovem/imaturo; (b) colmo maduro



Fonte: (a) <http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/11/bambu.jpg>  
 (b) [http://www.umpedequem.com.br/public/img/arvores/bambu\\_tronco.jpg](http://www.umpedequem.com.br/public/img/arvores/bambu_tronco.jpg)

É relevante a compreensão de que, apesar de com a idade aproximada de um ano o colmo já atingiu seu tamanho total, os colmos maduros são os que estão aptos para o corte – isso porque apresentam suas propriedades físico-mecânicas plenamente desenvolvidas. Ainda, é necessário verificar o estado de conservação do colmo, verificando se o mesmo não se encontra apodrecido ou comprometido por fungos e/ou outros agentes biológicos.

## 2.3 TRATAMENTOS PRESERVATIVOS

O tratamento das peças de bambu é importante para assegurar a resistência mecânica e a durabilidade do material, já que a falta de tratamento facilita o apodrecimento por fungos, o

ataque de insetos e as rachaduras. Pereira e Beraldo (2007) afirmam que o teor de amido presente no bambu é associado, de maneira proporcional, ao ataque do caruncho (*Dinoderus minutus*), sendo essa a grande fraqueza do bambu.

Há vários tipos de tratamentos possíveis para que haja a preservação do bambu e, em sua maioria, baseia-se na substituição de amido por substâncias químicas que dificultam a presença de pragas no vegetal. Os métodos para tratamento dos colmos de bambu podem ser tradicionais ou químicos (AZZINI; BERALDO, 2001):

- **Tradicionais:** maturação ou cura no local da colheita, cura por imersão, cura por fogo e por fumaça;
- **Químicos:** oleosos, oleossolúveis, hidrossolúveis, imersão em solução de sais hidrossolúveis e substituição de seiva por sais hidrossolúveis.

#### a) Métodos tradicionais

Nos métodos tradicionais não são utilizados nenhum tipo de proteção química dos colmos. Apesar de seu custo ser relativamente baixo, esses tipos de tratamento não são muito eficazes (PEREIRA; BERALDO, 2007).

Seguidamente à colheita dos bambus, deve-se realizar a cura do material (Figura 7) a fim de diminuir a porcentagem de seiva existente, reduzindo o risco de organismos danosos à planta. O processo resume-se em deixar os colmos que foram cortados apoiados na touceira, por quatro a oito semanas, sem retirar galhos e folhas, afastando-os do solo, por meio de pedras ou suportes (GHAVAMI; MARINHO, 2002).

**Figura 7 - Cura na touceira (bambu *Guadua* spp)**



Fonte: Murad (2011)

Também é possível realizar a cura dos colmos de bambu pela imersão em água corrente ou estagnada (Figura 8). Este método é muito utilizado pelos povos orientais, sendo constituído pela submersão dos colmos em água do mar por um período de três dias a três meses (MURAD, 2011). Pereira e Beraldo (2007) dissertam sobre esse método em água doce, com a submersão dos colmos por um período entre quatro a sete semanas.

**Figura 8 - Cura por imersão em água**



Fonte: <https://goo.gl/wY71yn>

Há ainda um método para cura com o auxílio da ação do fogo, que consiste em posicionar os colmos recém-cortados sobre o fogo, girando-os sem queimá-los. Este processo elimina a seiva por exsudação (PEREIRA; BERALDO, 2007) e endurece a parede externa do colmo, tornando o ataque de organismos menos propício.

Realizada a cura, o bambu passa pela secagem, que pode ser feita ao ar, em estufa ou ao fogo. Após a secagem, os colmos passam por tratamento específico para o aumento da durabilidade e resistência, proteção da umidade e ataque de fungos e insetos (MURAD, 2011).

### b) Métodos químicos

A cura e a secagem dos colmos do bambu são medidas importantes que devem ser realizadas para reduzir a quantidade de amido e de água na composição dos colmos. Todavia fazem-se necessárias outras etapas que possam melhorar, significativamente, a durabilidade do material. Deste modo, realiza-se o tratamento com produtos preservativos, podendo ser aplicados de diversas maneiras.

O método da transpiração tem sido alvo de alguns estudos. Ele consiste na disposição do colmo recém-cortado, e logo após efetivada a cura, dentro de um recipiente com o conservante, o qual será conduzido até o topo pela corrente transpiratória produzida pelas folhas. A duração do tratamento é de aproximadamente quatro dias, dependendo das condições atmosféricas locais (SALGADO, 1994).

Tão difundido quanto o método da transpiração é o de Boucherie (Figura 9). Baseado na penetração da substância preservativa através da pressão atmosférica – ou seja, por pressão, a seiva é retirada e em seu lugar é introduzida outra substância. Necessita ser realizado em bambus recém-cortados, pois a seiva ainda está em movimento (GHAVAMI; MARINHO, 2002).

**Figura 9** – Tratamento químico com método Boucherie



Fonte: <https://goo.gl/CRWGdU>

Segundo Cardoso Júnior (2008), o tratamento por imersão nada mais é do que a submersão das varas em um reservatório contendo o produto químico (pentaclorofenol, óleo queimado, entre outros), por volta de cinco semanas ou mais. Este processo é um dos mais acessíveis.

Normalmente as substâncias químicas são prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, visto que a toxicidade de seus componentes prejudica desde o trabalhador que aplicará o produto até o usuário da edificação, e ainda gerando resíduos tóxicos ao meio ambiente. Por se tratar de um material ambientalmente correto, o uso de tratamentos químicos no bambu deve ser evitado. Estes tratamentos afetam um dos principais fatores que tornam viável a utilização do bambu: o uso de um recurso natural, renovável e não poluente.

## 2.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS E MECÂNICAS

Nesta seção, são apresentadas as características químicas, físicas e mecânicas do bambu. O conhecimento da composição química dos colmos de bambu das diversas espécies é importante para obtenção de dados relativos às características peculiares de cada uma, sendo uma fonte de informação utilizada pela botânica para ajudar na identificação e classificação das espécies, além de elucidar as correlações entre as suas diversas propriedades (MARINHO et al., 2012).

As características físicas, por sua vez, influenciam diretamente as características mecânicas do bambu. Conhecer o teor de umidade das peças, sua densidade, e variação dimensional e volumétrica, auxiliam no processo de estimativa de carregamentos ou até mesmo pode ajudar no direcionamento para determinada utilização. E por fim, a caracterização mecânica auxilia na compreensão do comportamento do bambu quando sujeito a determinado carregamento, a transmissão de cargas etc.

### 2.4.1. Características Químicas

A composição química do bambu, de acordo com Higuchi (1990), é semelhante à da madeira, com exceção dos extractos alcalinos, cinzas e sílica, que são maiores no bambu. Assim, os principais constituintes químicos dos colmos de bambu são a celulose, holocelulose e lignina e, em menor escala, estão presentes as resinas, tanino (ácido tântico), ceras e sais orgânicos, sendo que a celulose com 55% e a lignina com 25% são os constituintes em maior quantidade (PEREIRA; BERALDO, 2007).

A lignina é um constituinte da parede celular e ocorre na maioria das plantas, funcionando como elemento de suporte, ou seja, é um elemento estrutural que proporciona à planta propriedades de elasticidade e resistência, mas sua composição não é idêntica em todas as plantas. É um polímero de alto peso molecular, formado por unidades fenilpropanóides, que, após a polimerização na parede celular, tornam-se menos complexas e resistentes (ABREU; NASCIMENTO; MARIA, 1999).

A composição química do bambu varia de acordo com a espécie, as condições de crescimento, a idade e a região do colmo (base, meio ou topo). O seu crescimento mostra vários estágios de significação da base para o topo de um mesmo colmo. Longitudinalmente a significação do entrenó ocorre do topo em direção à base do colmo, enquanto transversalmente ela ocorre de dentro para fora, completando-se, porém, todo o processo em uma estação de crescimento. Uma das principais características do bambu, relacionada com

sua composição química, é a presença de amido em seu tecido parenquimatoso. A quantidade de amido varia, basicamente, com a espécie, a idade dos colmos e a época do ano (PEREIRA; BERALDO, 2007).

Diversos autores na literatura relacionam a durabilidade dos colmos do bambu com a sua composição química e a estrutura anatômica (LIESE, 2003; HIDALGO-LOPEZ, 2003). Além dos componentes químicos mencionados anteriormente, as células de parênquima – tecido que envolve os feixes fibrovasculares – contêm substâncias como amido, proteínas e carboidratos solúveis, essenciais para a manutenção da planta (MOHANAN, 1997). Entretanto, esses mesmos elementos são atrativos para insetos, brocas e fungos, que utilizam como alimento e proporcionam o seu desenvolvimento (MATOSKI, 2005). Um elevado teor de umidade nos colmos de bambu também facilita e acelera o ataque de diversos tipos de fungos.

#### **2.4.2. Características Físicas**

Os fatores que influenciam as propriedades e as características do bambu, por ser um material natural, variam de acordo com a espécie, idade da planta, tempo de corte, umidade, clima e solo. O bambu possui uma elevada resistência mecânica e pequena massa específica, diferenciando-o dos outros materiais utilizados em estruturas.

##### **a) Teor de Umidade**

Murad (2011) apresenta o bambu como material higroscópico, ou seja, que se dilata com o aumento da umidade e se contrai com a perda da mesma. Para ele, essas mudanças são mais acentuadas no diâmetro que no comprimento, isto é, percebe-se que as variações dimensionais são maiores radialmente. A umidade natural do bambu varia de 13 a 20%, em função da umidade e do clima do local.

Nota-se que nas primeiras 24 horas o bambu absorve aproximadamente 20% de água em peso e, caso permaneça imerso, continua aumentando gradualmente até 40% em 7 dias (GHAVAMI; HOMBEECK, 1981).

Segundo Apuama (2015), no momento do corte, o teor de umidade pode ser muito elevado; isto está vinculado com a época do ano, a espécie do bambu e a posição da amostra no colmo (base, meio ou ponta). Geralmente, o tempo de secagem do bambu é mais demorado

do que madeiras com a mesma densidade, já que a perda de umidade transversalmente às fibras é muito limitada, por obra da impermeabilidade natural produzida pela casca do bambu.

### b) Densidade / Massa Específica

O valor da densidade dos bambus depende diretamente do tamanho, da quantidade e da distribuição dos aglomerados de fibras ao redor dos feixes vasculares, variando entre 500 a 800 kg/m<sup>3</sup> (LIESE, 1998; PEREIRA, 2001; FREIRE; BERALDO, 2003). Remade (2002) afirma que na base do colmo a resistência à flexão da parte externa é duas a três vezes maior do que na interna. Estas diferenças vão diminuindo à medida que se aproxima do topo da planta, em virtude do aumento da densidade na parte interna e redução na espessura da parede, que apresenta no interior menos parênquima e mais fibras. A Tabela 1 contém a massa específica do bambu de acordo com alguns autores.

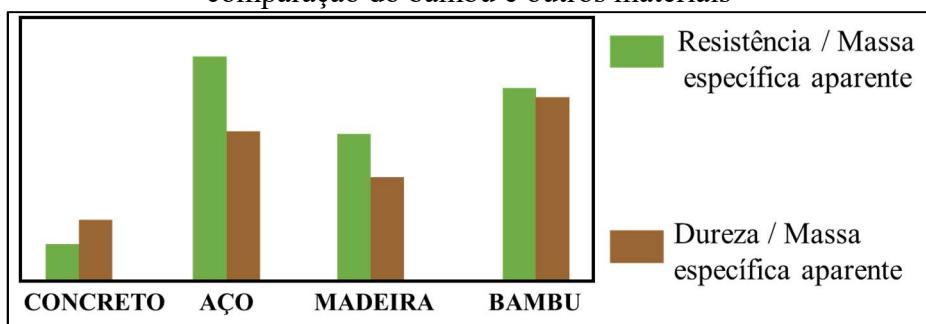
**Tabela 1 – Massa específica do bambu segundo diversos autores**

Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Autores
500 a 800	Beraldo e Azzini (2004)
600 a 1000	Schniewind (1989)
700 a 840	Xuhe e Kelin (1991)
666 – (Mossô verde)	Ahmad (2000)
740 – (Bambu brasileiro)	Mota <i>et. al</i> (2017)

Fonte: O Autor (2018)

Janssen (2000) afirma que a propriedade física que mais influencia as propriedades mecânicas é a massa específica aparente, que varia com o local de crescimento, com a espécie, com sua posição no colmo etc. O autor ainda apresenta um gráfico comparativo de resistência e de dureza de alguns materiais tomados em relação à sua massa específica aparente (Figura 10). A dureza, quando tratado do bambu, foi mensurada na região externa.

**Figura 10 - Relação entre a resistência e a dureza, em relação à massa específica aparente: comparação do bambu e outros materiais**



Fonte: Adaptado de Janssen (2000)

De acordo com os dados de Janssen (2000), dentre os materiais elencados, observa-se que o bambu é o que apresenta a melhor relação dureza/massa específica aparente. E, quando relacionado à resistência, só é inferior ao aço.

### c) Variações Dimensionais

O bambu apresenta boa estabilidade dimensional. Na direção longitudinal-axial, a variação dimensional do colmo é inferior a 1%, comportando-se da mesma forma que a madeira. Porém, ao contrário das madeiras, a deformação na direção tangencial (paralela à casca) nem sempre é menor que a deformação na direção radial (centro para a casca). Essa característica depende também da espécie, da idade do colmo e da posição da amostra no colmo (base, meio e ponta) (APUAMA, 2015).

De acordo com Ostapiv (2007), a exposição do colmo do bambu a um meio com umidade reduzida leva à sua retração, que tem a sua massa específica diminuída, como indicam os resultados obtidos por Beraldo e Azzini (2004) e apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 - Variação dimensional de algumas espécies de bambu**

<b>Espécie de bambu</b>	<b>Massa específica (kg/m<sup>3</sup>)</b>		<b>Variações dimensionais (%)</b>			
	<b>Saturado</b>	<b>Seco</b>	<b>Radial</b>	<b>Tangencial</b>	<b>Axial</b>	<b>Volumétrica</b>
<i>D. giganteus</i>	1.110	790	5,5	6,2	0,5	12,6
<i>B. tuldaoides</i>	1.100	660	11,7	8,9	0,4	22,2
<i>P. puebecens</i>	1.080	600	6,9	6,7	0,6	14,8

Fonte: Adaptado de Beraldo e Azzini (2004)

Nota: Massa específica seca, considerando teor de umidade igual a 12%.

### 2.4.3 Características Mecânicas

Relacionado à sua reduzida massa específica aparente, o bambu é considerado um material de elevada resistência mecânica, próximo às madeiras de lei (duras). Como já dito, é um material natural, que possui alterações em suas características, levando em conta inúmeros fatores. Para as propriedades mecânicas, a espécie, a idade e localização do colmo são variáveis determinantes para a identificação destas propriedades.

Um colmo ainda verde possui uma resistência inferior à de um colmo mais seco, sendo que, com aproximadamente três anos, os colmos maduros apresentam seus maiores valores de resistência (PEREIRA; BERALDO, 2007).

Para Apuama (2015), a maior dificuldade no estudo das propriedades mecânicas do bambu está no fato de ter que adaptá-lo aos procedimentos usuais para o ensaio das madeiras. Além do que, a localização e quantidade dos nós alteram claramente os resultados encontrados, por exemplo, em um ensaio de flexão estática.

Ghavami e Marinho (2005) dissertaram acerca da criação das normas americanas para determinação das propriedades físicas e mecânicas do bambu. Baseado nos resultados colhidos nas pesquisas internacionais relativas ao bambu possibilitou-se a criação das primeiras normas para esta utilização. O INBAR (1999) usou os resultados dessas pesquisas e sugeriu recomendações técnicas para a determinação das propriedades físicas e mecânicas dos bambus. Estes relatórios apresentados foram verificados e publicados pelo ICBO (2000), que permitem a utilização do bambu na construção civil, nos Estados Unidos da América.

### a) Compressão paralela às fibras

Além de ponderar as características físicas, deve-se considerar a geometria dos colmos de bambu (seção elíptica e aspecto cônico), com dimensões irregulares. Segundo Pereira e Beraldo (2007), os ensaios de compressão paralela às fibras realizados em colmos de bambu, seguem as mesmas normativas de estudo de argamassa e concreto: a medida da altura do corpo de prova deve ter o dobro do diâmetro da seção transversal.

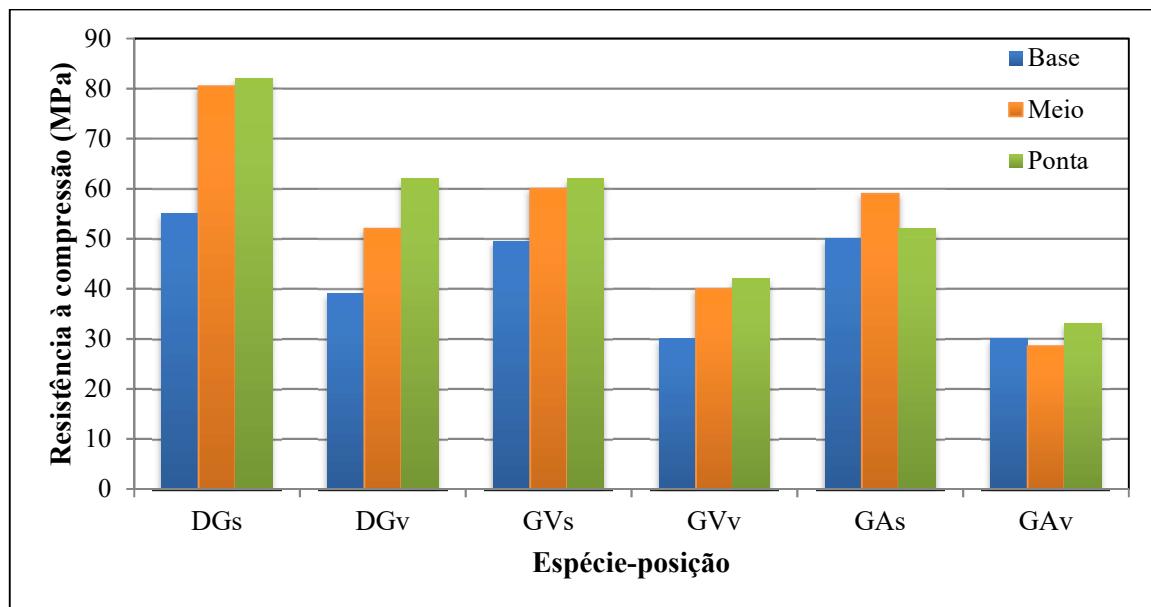
O ideal é que o corpo de prova possua um nó em cada extremidade, porém nos casos de amostras com diâmetro pequeno, as dificuldades forçam a realizar ensaios com mais de dois nós. Outra dificuldade dos ensaios é a heterogeneidade das espessuras das paredes do colmo e as várias espécies de bambu existentes.

A curva tensão-deformação específica nos ensaios de compressão é praticamente linear. A resistência à compressão paralela às fibras está entre 20,0 MPa e 120 MPa; e o módulo de elasticidade varia de 2,60 GPa a 20,0 GPa (BERALDO; AZZINI, 2004). O bambu se mostra mais eficiente que o concreto considerando a resistência em relação à densidade, visto que, enquanto o concreto possui densidade superior a 2.500 kg/m<sup>3</sup>, o bambu apresenta aproximadamente 30% desse valor.

Semelhante às madeiras, o bambu seco (s) apresenta maior resistência do que o bambu verde (v), sendo que a base tende a ser a região de menor resistência. A Figura 11 ilustra a

variação de resistência à compressão paralela às fibras do bambu, associado à posição e espécie da amostra de colmo.

**Figura 11** - Resistência à compressão paralela às fibras associada à espécie e posição do colmo



Fonte: Pereira e Beraldo (2007)

Nota: *Dendrocalamus giganteus* (DG); *Gigantochloa verticillata* (GV); *Guadua angustifolia* (GA).

Nota-se que, apenas no caso do GAv (*Guadua angustifolia* verde), a resistência dos colmos basais superou a resistência dos colmos localizados mais ao meio. Nos demais casos, essa resistência é superada em aproximadamente 10 MPa. Isso gera a conclusão de que é mais interessante, no ponto de vista de resistência à compressão, utilizar colmos do meio e ponta do bambu.

Ademais, nas resistências aferidas pelos autores, expressos na Figura 11, é perceptível que a resistência aumenta quando o colmo é seco, comparado ao colmo ainda verde. Com isso, conclui-se que o teor de umidade influencia potencialmente na resistência à compressão paralela dos colmos de bambu.

### b) Tração paralela às fibras

O módulo de elasticidade do bambu é aproximadamente 20.000 MPa, cerca de 10% do valor alcançado pelo aço. Cabos de bambu trançados oferecem resistência próxima ao aço CA-25 (250 MPa), pesando, no entanto, 90% menos que o metal (APUAMA, 2015).

De acordo com Beraldo e Azzini (2004), a resistência à tração paralela às fibras, em algumas espécies, pode atingir 370 MPa. Na Tabela 3 é feita uma comparação do bambu com outros materiais, nos quesitos: resistência à tração, peso específico e a relação entre eles.

**Tabela 3** - Razão entre tensão de tração e o peso específico de alguns materiais

Tipo de material	Resistência à tração $f_t$ (MPa)	Peso específico $\gamma$ (N/mm <sup>3</sup> × 10 <sup>-1</sup> )	$R = \frac{f_t}{\gamma} \times 10^{-2}$	$R/R_{aço}$
Aço CA-50	500	7,83	0,64	1,00
Alumínio	300	2,79	1,07	1,67
Ferro fundido	280	7,70	0,39	0,61
Bambu	120	0,80	1,5	2,34

Fonte: Ghavami e Marinho (2002)

É notável que a utilização do bambu na substituição do aço se torna convidativa, principalmente quando for considerada a razão entre sua resistência à tração e seu peso específico. E, em geral, a resistência à tração axial do bambu, com e sem nó, é aproximadamente 40 MPa e 215 MPa, e o seu módulo de elasticidade está entre 5,5 GPa e 18 GPa (BERALDO; AZZINI, 2004).

### c) Flexão estática

Os colmos de bambu não são perfeitamente cilíndricos – se assemelham mais a um tronco de cone – e a espessura da parede do colmo também não é uniforme, além de se observar uma variação na orientação das fibras na região dos nós. Outro agravante refere-se à presença do diafragma, que exerce a função de amarração transversal no colmo – como a ação dos estribos em estruturas de concreto armado. Dependendo da posição do diafragma e de sua quantidade no vão considerado, os resultados obtidos apresentam grande variabilidade (PEREIRA; BERALDO, 2007).

Beraldo et al. (2003b) descrevem que o comportamento à flexão do bambu, como um todo ou de seus segmentos, é muito importante para efetuar-se a análise estrutural e que vários trabalhos experimentais estão sendo desenvolvidos para estabelecer este tipo de resistência. Em geral, os resultados observados na literatura disponível situam a resistência do bambu à flexão entre 30 e 170 MPa. Esta variação deve-se não apenas à sua própria resistência à flexão, mas também pode ser causada pela metodologia adotada na realização do ensaio de flexão e pela dimensão do corpo de prova utilizado. O módulo de elasticidade dos colmos de

bambus na flexão, usando segmentos do colmo, variou entre 6 e 14 GPa, e o módulo de ruptura em flexão variou de 57 a 133 MPa.

#### **d) Cisalhamento, Fendilhamento e Tração Normal**

Segundo Beraldo et al. (2003a), a resistência ao cisalhamento transversal às fibras do bambu situa-se em torno de 30% de sua resistência à flexão, e sua resistência ao cisalhamento longitudinal às fibras situa-se em torno de 15% da sua resistência à compressão. Tais ensaios, usuais para a madeira, dificilmente podem ser aplicados ao bambu de forma direta, por uma série de fatores, tais como a pequena espessura da parede (para a maioria das espécies) e as especificações quanto às curvaturas e entalhes necessários, descritos na ABNT NBR 7.190 (1997). A região escolhida para a aplicação da carga também, obviamente, interfere de forma significativa nos resultados, devido à variabilidade e distribuição heterogênea dos elementos anatômicos do bambu, ao longo da espessura da parede do colmo.

### **2.5 O EMPREGO DO BAMBU**

O crescente desmatamento e o aumento da pressão exercida sobre as florestas tropicais, bem como sobre as áreas de reflorestamento, faz com que seja necessária a busca por materiais renováveis e por soluções alternativas capazes de atenuar em parte esse processo predatório. O bambu acompanha os seres humanos em sua história, proporcionando abrigo, alimento, ferramentas, utensílios e uma imensidão de outros itens. Tão importante quanto seus usos tradicionais tem sido o desenvolvimento de usos industriais do bambu (SASTRY, 1999).

No emprego do bambu na construção civil, Trujillo, Ramage e Change (2013) identificaram cinco tipos de obras: construções tradicionais, habitações de interesse social, residências de alto padrão, estruturas capazes de vencer grandes vãos e passarelas. Além disso, na Colômbia e na China, pontes para trânsito de veículos foram construídas (STAMM, 2002; XIAO; ZHOU; SHAN, 2010). Na Etiópia, o uso estrutural do bambu é parte do método tradicional de construção, onde é adotada a geometria original do colmo e em estruturas mistas com outros materiais (KIBWAGE; FRITH; PAUDEL, 2011).

Embora exemplos de construção em bambu continuam a aumentar, a ampla utilização de bambu no design e engenharia de estruturas convencionais é limitada por vários fatores. Primeiramente, por ser um material natural, há uma grande variação da geometria do colmo entre as espécies – e também dentro de uma única planta. Além disso, por ter formato

levemente cilíndrico, há grandes dificuldades quanto a articulações e ligações entre as peças. Por fim, há normativas para elaboração de projeto, mas ainda são precárias quanto às fundamentações para projeto de estruturas em bambu (HARRIES; SHARMA; RICHARD, 2013). Com o objetivo de superar essas limitações, o desenvolvimento de produtos processados de bambu é cada vez mais explorado para fins de construção (SHARMA et al., 2014). O fluxograma apresentado na Figura 12 mostra as diversas áreas donde o bambu têm sido utilizado, tanto em sua forma natural quanto na forma processada e industrializada.

**Figura 12 - Possibilidades de utilização do bambu**



Fonte: Adaptado de Pereira (2006)

De acordo com Pereira e Beraldo (2007), produtos processados de bambu têm o potencial de substituir, ou até mesmo evitar, o corte e o uso predatório de florestas tropicais. Dentre esses produtos, destacam-se: carvão, chapas de aglomerados, chapas de fibra orientada (OSB), chapas de compensado de bambu, painéis, produtos à base de bambu laminado colado (tais como pisos, forros, lambris), palitos, esteiras, compósitos, componentes para construção/habitação e indústria moveleira, artesanatos e matérias decorativos etc.

Infelizmente, ainda há um tabu em torno do emprego do bambu em obras brasileiras. Isso faz com que o mesmo seja relegado a segundo plano ou até mesmo desprezado. Teixeira (2006) relata que frequentemente os bambuzais são eliminados em todo o Brasil, para que se

abra espaço para criação de bovinos e cultivo de grãos. Ainda salienta que essa substituição não é vantajosa pois há algumas vantagens proporcionadas pelos bambuzais, como controle de erosão, auxílio na purificação do ar, do solo e da água, entre outros. Para que essa realidade seja mudada, e o bambu tenha maior destaque no âmbito da construção, é primordial que informações sobre os usos do bambu, sua confiabilidade e vantagens sejam amplamente difundidas.

### **2.5.1 Fatores pertinentes à aceitação cultural**

Inserir um novo produto no mercado não é tarefa simples. Há a necessidade de compreender os anseios dos consumidores, suas preferências, seus hábitos e desejos. No Brasil, não há empresas que produzam o BLC em escala industrial/comercial a fim de atender a demanda por “produtos verdes”. Até mesmo seu material correlato, a madeira laminada colada (MLC), que mesmo já sendo bem-vista, ainda assim há poucas empresas que trabalham com este material. A seguir, são abordados três fatores pertinentes acerca da aceitação cultural do bambu, em seu uso na construção civil: percepção visual, condições comerciais e informações técnicas.

#### **a) Percepção visual**

É fato que a aparência de um material de revestimento, por exemplo, tem expressa influência em sua comercialização. Ching e Binggeli (2013) diz que a percepção de enxergar além do reconhecimento e utilidade é muito importante para os projetistas. Assim, o autor ainda evidencia alguns tópicos importantes, como o formato, a cor e a textura. O bambu possui uma geometria peculiar. Sua forma de tronco de cone proporciona colmos em formato levemente cilíndrico (Figura 13), com dimensões limitadas à fisiologia da planta. Porém, quando processado, pode obter os mais variados formatos e dimensões.

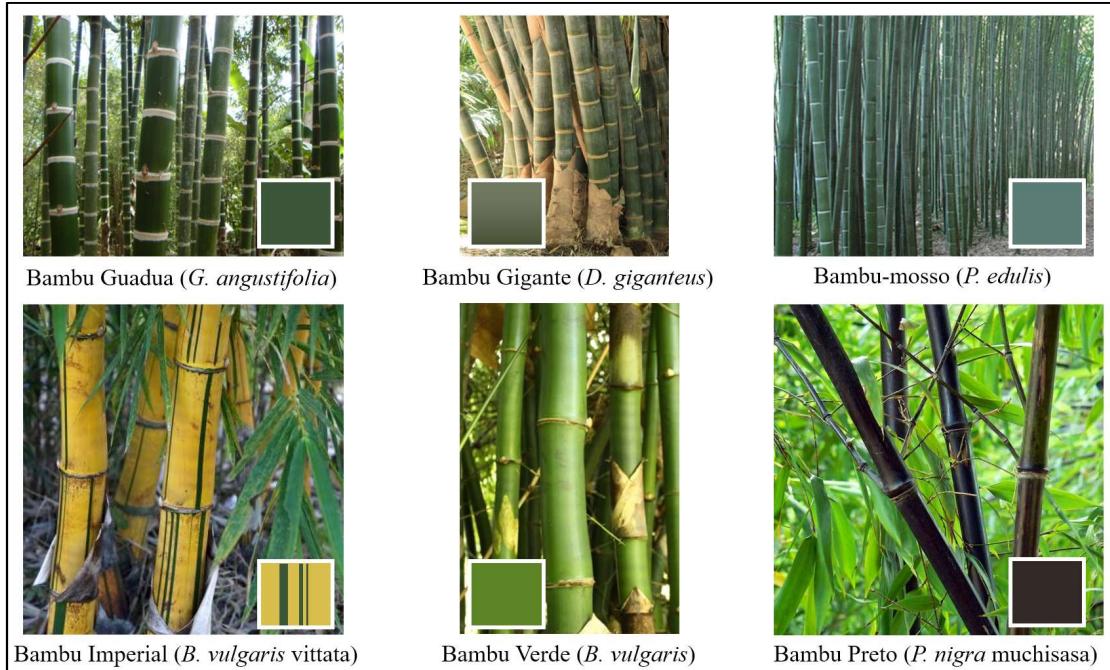
**Figura 13 - Exemplo de uso do colmo inteiro e processado de bambu**



Fonte: <https://goo.gl/e5NJz6>

As espécies de bambu apresentam colorações naturais variadas. Predominantemente, os bambus têm coloração esverdeada, porém há espécies em tons de amarelo, como o bambu imperial (*B. vulgaris vittata*) e até mesmo próximos ao preto, como o bambu preto (*P. nigra muchisasa*). A Figura 14 apresenta algumas espécies de bambu e suas tonalidades de coloração.

**Figura 14 - Algumas espécies e colorações naturais de bambu**



Fonte: O Autor (2018).

Nota-se que, em algumas espécies, os entrenós possuem coloração gradiente e nós com coloração contrastante (é o caso bambu gigante, por exemplo). Além das colorações naturais, há a possibilidade de alterar a coloração das peças por meio de tratamento térmico (autoclave ou fogo) ou ainda utilizando tintas e vernizes (Figura 15).

**Figura 15 - Diferentes cores de laminado de bambu**



Fonte: <https://goo.gl/uBggeu>

Ainda acerca do apelo estético do bambu, a textura tátil apresentada pelos colmos é lisa e “encerada” além de possuir nós protuberantes. Porém, quando se trata das lâminas, apresentam textura fibrosa. Comparado a outros materiais, o bambu é leve e consegue transmitir essa percepção ao olhar humano.

### **b) Condições comerciais**

Como já mencionado no início deste capítulo, o Brasil conta com uma diversidade imensa de espécies de bambu. Porém, ainda há poucos casos de cultivo com fins comerciais. A empresa Casa & Bambu, com o objetivo de colaborar com a cadeia produtiva do bambu no Brasil, criou uma ferramenta de cadastro que gera contato entre produtores e consumidores: Mapa de Florestas Comerciais de Bambu. Esta ferramenta mostra as florestas comerciais cadastradas, afim de crescer a comunidade de plantadores de bambu, gerando matéria-prima suficiente para proporcionar bons negócios com pessoas em empresas interessadas (CASA & BAMBU, 2018).

A falta de disponibilidade de matéria-prima em escala industrial faz com que o preço dos colmos seja elevado (lei da oferta e da demanda). Por exemplo, no mercado informal, o colmo com 1,00 m de comprimento de bambu-mosso tratado é vendido por aproximadamente R\$ 20,00 (vinte reais) – frete não incluso. Este valor é quase o dobro do valor médio uma peça de madeira serrada (cumaru) que é comercializada na região noroeste do Paraná (R\$11,00 – onze reais)<sup>1</sup>.

Outro fator determinante é a mão de obra, que precisa ser especializada, por conta das particularidades do material. No Brasil, há várias iniciativas de treinamento para este ofício por parte de universidades, grupos de pesquisa, artesãos e comunidade “bambezeira”. Uma empresa, que é pioneira, e se destaca por seus trabalhos com bambu para edificações é a Bambu Carbono Zero. Ela é responsável por projetos de renome como a execução das brises em bambu da Casa Ilha Bela – Márcio Kogan, o pergolado da Praça das Emoções no Shopping Iguatemi, entre outras obras (BAMBU CARBONO ZERO, 2018).

Um ponto que ainda há de se ressaltar é a não adaptação técnica das indústrias para se trabalhar com bambu. As ferramentas, até então utilizadas, advém das marcenarias e madeireiras, onde as ferramentas são aptas para trabalhos com madeira maciça. O colmo de bambu possui características físicas e anatômicas diferentes das madeiras: seção transversal

---

<sup>1</sup> Orçamento realizado por meio de contato telefônico com uma empresa madeireira em Umuarama-PR no dia 07 de abril de 2018.

oca, ausência de raios, diferentes espessuras das paredes do colmo, presença de sílica na camada externa do colmo. Utilizar as mesmas ferramentas das madeiras ocasionam grande perda de matéria-prima, além de produzir danos significativos nas peças. Ressalta-se ainda que no colmo do bambu há a presença de uma capa dura que contém sílica (material abrasivo), o que pode ocasionar um acentuado desgaste nas ferramentas destinadas ao processamento dos colmos.

### c) Informações técnicas

Atualmente não existe uma norma brasileira que regulamente os projetos e execuções de construções em bambu ou seu uso em edificações. Na maior parte das vezes, os pesquisadores brasileiros se apropriam dos conceitos e recomendações da ABNT NBR 7190 (1997): Projeto de Estruturas de Madeira, por se tratar de um material semelhante.

Contudo, em 2017, realizou-se a primeira reunião com representantes de universidades, de institutos de pesquisa, de produtores rurais e de setores envolvidos com a comercialização de artigos derivados do bambu, para a elaboração da norma brasileira para estruturas de bambu. Para sua elaboração, a equipe está tomando como base as normas de bambu da Colômbia, do Peru e do Equador – além das normas brasileiras referente às estruturas de edificações (APUAMA, 2018).

Apesar da divulgação técnico-científica acerca do bambu e seus usos ainda ser discreta, alguns acontecimentos realizados nos últimos anos foram importantes e possivelmente ainda colaboraram com a propagação de informações acerca deste material:

- Publicação do livro “Bambu de Corpo e Alma” por Marco A. R. Pereira e Antônio L. Beraldo (Bauru/SP) – 2007;
- Seminário Internacional sobre Bambu – Integrando Saberes, Potencializando Parcerias (Rio Branco/AC) – outubro/2017;
- 17<sup>a</sup> Conferência Internacional de Materiais Não-convencionais e suas tecnologias (México) – novembro/2017;
- Criação da Associação Brasileira do Bambu: BambuBr (Campinas/SP) – abril/2018;
- 11º Congresso Mundial do Bambu (México) – abril/2018.

Informações relativas à aceitação por parte de profissionais e clientes é de suma importância para uma efetiva propagação da cultura do uso do bambu. Sarvezuk e Gomes (2016) realizaram uma pesquisa desta classe, quanto à viabilidade social e econômica do uso

do bambu em estruturas de edificações no Paraná. Os autores apontaram a existência de duas empresas que comercializam mudas e varas tratadas no estado (Wenceslau Braz e São José dos Pinhais). Citam ainda que não foi possível comparar valores por área construída com sistema estrutural em bambu pois há falta de oferta do material no mercado, tornando o custo elevado.

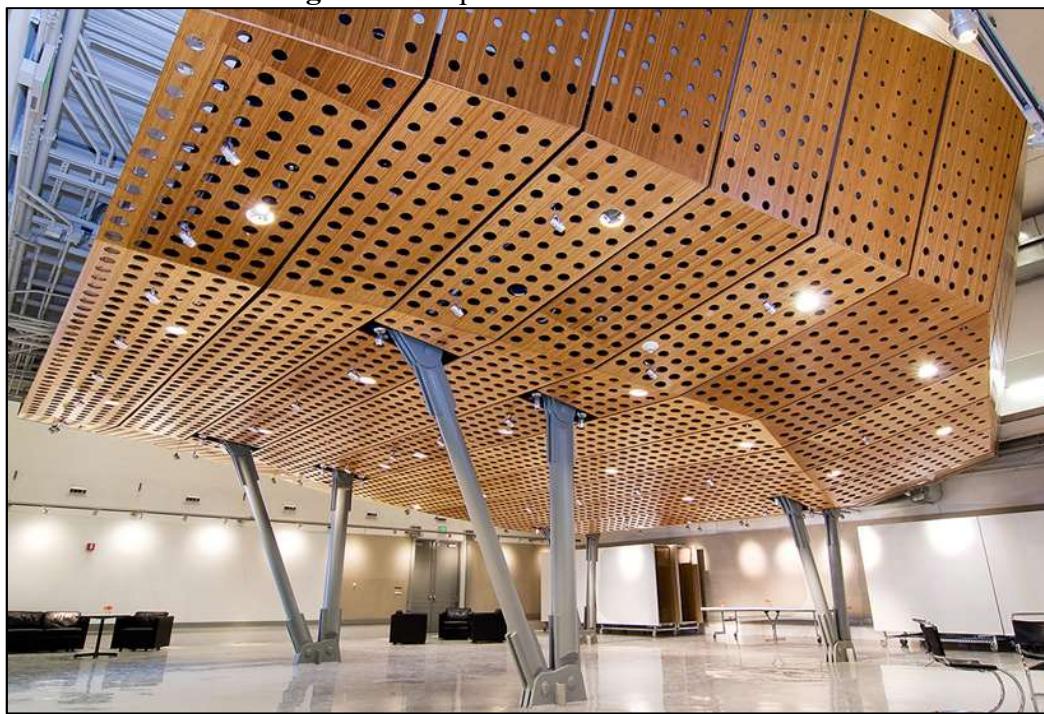
Outro componente da pesquisa de Sarvezuk e Gomes (2016) foi uma pesquisa de campo, com aplicação de questionários online para profissionais da área da construção e população em geral. Obtiveram resposta de 96 profissionais e 111 da população em geral. As respostas apontaram que os entrevistados utilizariam bambu no paisagismo, em artesanato e na fabricação de móveis. Ainda, os entrevistados consideram o bambu como um material de qualidades interessantes para seu uso em estruturas de edificações. No tocante da opinião sobre a principal dificuldade para o emprego efetivo do bambu como material de construção, os autores relatam que a maioria das respostas se referem à falta de informação técnica, escassez de mão de obra especializada e necessidade de lojas especializadas.

### 3 O BAMBU LAMINADO COLADO (BLC)

A escassez de madeiras procedentes de florestas nativas fatalmente levará o Brasil à racionalização no emprego de seus recursos naturais. Com o crescente desmatamento e o aumento da pressão sobre as florestas tropicais, bem como sobre as áreas de reflorestamento, torna-se cada vez mais necessária a busca por materiais renováveis e por soluções alternativas capazes de atenuar em parte este processo.

O BLC é um material concebido a partir do desdobra do colmo de bambu em taliscas, que quando usinadas, são unidas em camadas por adesivo estrutural durável e resistente. Produtos à base de bambu laminado colado, tais como pisos, chapas, painéis, cabos para ferramentas manuais ou agrícolas, compensados, móveis, componentes da construção civil, indústria moveleira, entre outros, são possíveis de serem obtidos por meio do processamento do colmo (RIVERO, 2003). A Figura 16 mostra um exemplo de aplicação do BLC como aparato de conforto acústico.

**Figura 16 - Aparato acústico em BLC**



Fonte: <https://goo.gl/wmzJEC>

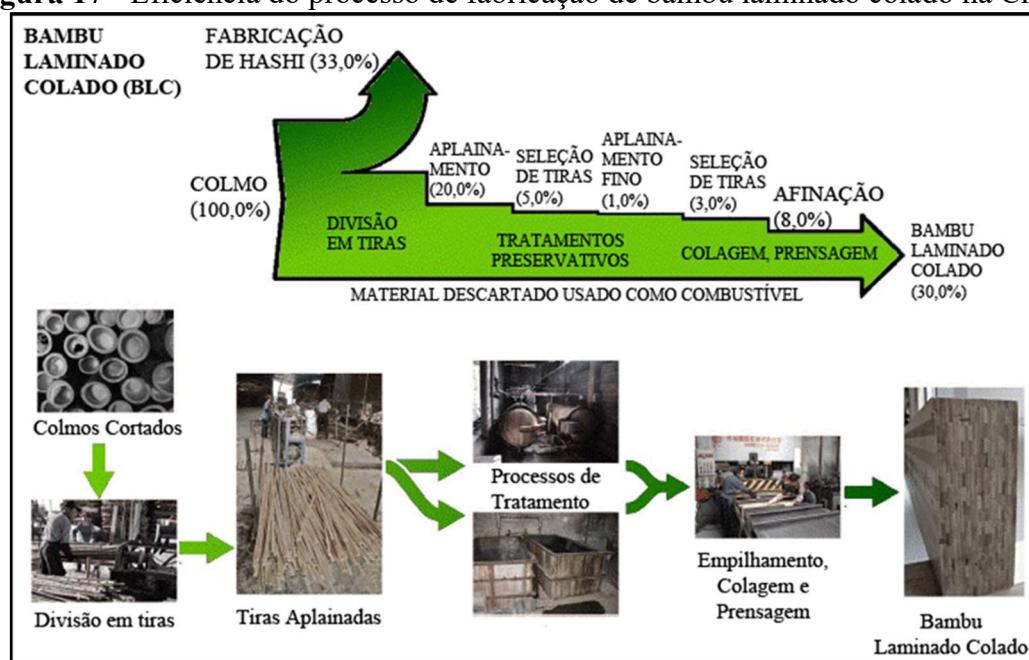
Para Sharma et al. (2014), a vantagem de se processar o bambu é ter a possibilidade de criar seções padrão para os elementos estruturais e conexões. O bambu na sua forma natural é um material leve, que pode ser comparável, em resistência, ao aço e ao concreto. Porém, sua aplicação é limitada pela variação de sua seção transversal e propriedades mecânicas.

Para Pereira e Beraldo (2007), o bambu laminado colado é a aplicação mais promissora do bambu, pois associa a possibilidade de agregar valor à grande quantidade de produtos que podem ser confeccionados com este material, podendo substituir em muitos casos a utilização das madeiras.

O processo de fabricação de placas de bambu na China começou na década de 1970 e tem aumentado sua produção por meio da industrialização no processo fabril (GANAPATHY et al., 1999). A partir dos anos de 1980, iniciou-se o processo de abertura política chinesa e, por meio deste rápido desenvolvimento, ocorreu uma grande demanda por madeiras para utilização em construções. Como naquele país existe abundância de espécies de bambus, os quais ocorrem em grandes áreas, iniciou-se um processo de incentivo à pesquisa com a finalidade de desenvolvimento de painéis utilizando o bambu. A China lidera na produção e exportação de produtos à base de bambu, sendo sua exportação destinada principalmente aos países ocidentais e ao Japão (LOBOVIKOV et al., 2007).

Segundo Rivero (2003), os painéis mais utilizados e fabricados são: lâminas de bambu trançadas e sobrepostas que, neste trabalho, são denominadas contraplacados; painéis de partículas de bambu e painéis com lâminas de bambu serradas, aplinadas e coladas, denominado laminado colado de bambu, mais conhecido na China como LBL (*Laminated Bamboo Lumber*). Esse material pode ser utilizado na fabricação de painéis divisórios, forros, pisos, molduras, esquadrias, móveis e revestimento. A Figura 17 ilustra o processo de produção do bambu laminado colado na China.

**Figura 17 - Eficiência do processo de fabricação de bambu laminado colado na China**



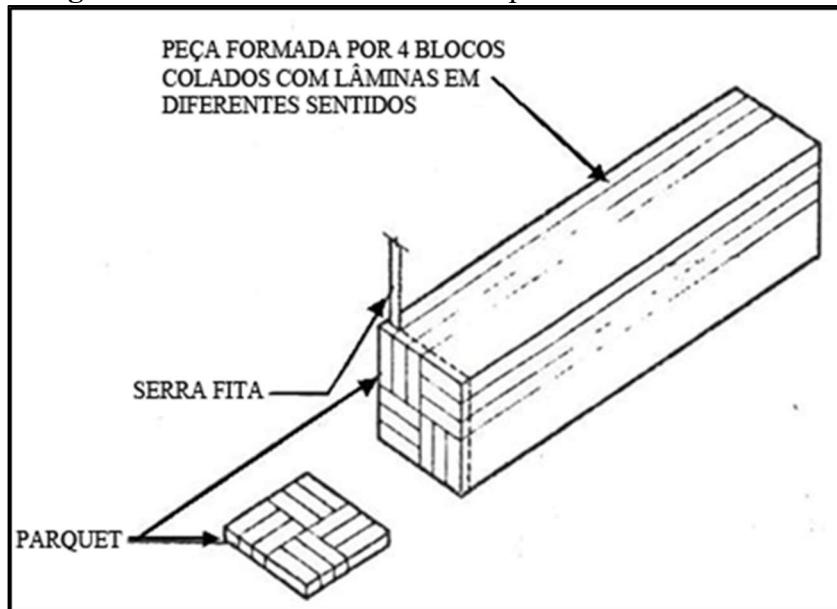
Fonte: Sharma et al. (2014)

Como apresentado, apenas cerca de 30% do colmo se transforma em BLC, pois há várias perdas durante a fabricação. A fase do primeiro aplanaamento das tiras é a que mais causa perdas (cerca de 20%), pois é o processo de alteração da seção transversal: de arco para retângulo. Porém, é evidente o aproveitamento de todo o colmo, seja no próprio processo de fabricação do BLC, como também na fabricação de *hashi* – instrumento utilizado como talher na alimentação oriental – e ainda como combustível de máquinas à combustão.

O desenvolvimento de produtos à base de BLC é muito promissor, tanto pelo fato de ser um produto advindo de material renovável, que poderia aliviar a pressão sobre as florestas, como pela sua estética e ainda pela sua aceitação no mercado internacional. Na Colômbia também se utiliza de forma intensa o bambu na construção, inclusive para a fabricação do laminado colado, embora sob menor demanda. Segundo Hidalgo-López (1974), na fabricação do laminado colado na Colômbia adota-se o seguinte procedimento:

- Utilização de lâminas de bambu *Guadua*, coladas em três camadas na mesma direção, montando-as até alcançar o tamanho desejado;
- As lâminas, coladas de três em três, são então unidas formando um bloco (Figura 18).

**Figura 18**–Bambu laminado colado produzido na Colômbia



Fonte: Adaptado de Hidalgo-López (1974)

Esta configuração das lâminas remete ao mesmo processo da MLC. Neste processo, as lâminas assumem direções diferentes com a finalidade de melhorar o comportamento mecânico do elemento estrutural.

No Brasil, o processo de obtenção do laminado colado de bambu encontra-se ainda restrito ao nível de pesquisas dentro das universidades, sendo o primeiro relato dos resultados apresentados por Carrasco, Moreira e Xavier (1995), durante o V EBRALEM. Os autores confeccionaram laminado colado de bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*, utilizando o mesmo adesivo empregado para madeira laminada e colada. Os autores procuraram seguir as mesmas normas adotadas para a madeira, adaptando-as ao bambu para a confecção dos corpos de prova e para a realização de ensaios.

Para Mahdavi, Clouston e Arwade (2012), quando o bambu é submetido a processos objetivando resolver problemas geométricos e de ligações, surgem outras questões como custo, mão de obra e equipamentos sofisticados. Além disso, o processo incorpora energia ao produto final, enquanto constrói obstáculos financeiros para a produção de BLC nos países em desenvolvimento. Presume-se que a limitada fabricação de BLC causa menor disponibilidade no mercado, aumentando a distância entre fornecedor e consumidor, ocasionando maiores encargos com transporte. Os autores acreditam que, se houver uma possibilidade de fabricar BLC com baixa tecnologia, possibilitará a criação de novos produtos de valor agregado em todo o mundo – e ajudará as comunidades locais, impulsionando o crescimento econômico das nações em desenvolvimento.

Sharma et al. (2014) apresentam, em seu artigo intitulado “Bambu engenheirado: estado da arte”, um resumo dos principais estudos realizados sobre bambu laminado colado (Tabela 4). Um ponto importante a destacar dos dados apresentados é que, dos nove trabalhos elencados por Sharma et. al (2014), apenas quatro deles mencionam acerca da taxa de adesivo e Bansal e Prasad (2004) relatam que o mesmo foi pincelado, trazendo incertezas quanto à quantidade utilizada dos adesivos. A falta desses dados, somado à incerteza do método de aplicação traz prejuízos quanto à elaboração de novos estudos e a padronização dos mesmos.

**Tabela 4 – Resumo dos principais estudos realizados acerca do bambu laminado colado**

Autor(es)	Espécies de Estudo	Norma	Adesivo	Método de Laminação	Taxa de Adesivo (g/m <sup>2</sup> )	Teor de Umidade Inicial (%)	Densidade Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	$\sigma_{c,0}$	$\sigma_{t,0}$	$\tau_{,0}$	MOR (MPa)	MOE (GPa)
Lee <i>et al.</i> (1998)	<i>P. pubescens</i>	ASTM D5456-94, D198-94	R	Prensagem hidráulica	220–420	10–15	620–660	-	-	-	71–86	8
Bansal e Prasad (2004)	<i>B. bambos</i>	BIS 1708-1986	UF, MUF, PF	Prensagem hidráulica a quente	Pincelado	8–10	728–796	-	-	-	123–145	12–17
Correal e Lopez (2008)	<i>G. angustifolia</i> Kunth	ICONTEC 775, 784, 785, 663	PVA	Prensagem hidráulica a frio	-	6–8	-	36	-	9	82	-
Correal <i>et al.</i> (2010)	<i>G. angustifolia</i> Kunth	ASTM D143-94	PRF, MUF, PRF-MUF	Prensado a quente	260–450	-	730	60	95	9	111	-
Sulastiningsih e Nurwati (2009)	<i>G. apus</i> , <i>G. robusta</i>	ASTM D1037-93, JS-2003	TRF	Prensado a frio e fixado	170	12	710–750	49–56	-	-	39–95	7–10
Pereira e Faria (2009)	<i>D. giganteus</i>	NBR 7190/1997	PVA	-	-	-	-	66	144	-	99	14
Mahdavi <i>et al.</i> (2012)	<i>P. pubescens</i> Mazel ex J. Houz	ASTM D143	PRF	Prensagem mecânica	-	16	510	-	-	-	77	9
Sinha <i>et al.</i> (2014)	-	ASTM D198, D905, D143	PRF	Fixado	-	-	-	9–10	-	16	42–70	22–23
Xiao <i>et al.</i> (2013)	<i>P. pubescens</i>	ASTM D143-94	PF	Prensagem hidráulica a quente	-	15	800–980	51	82	7	99	9

Fonte: Sharma *et al.* (2014)

### 3.5 ADESIVOS

Os adesivos podem ser entendidos como sendo substâncias com propriedade de aderir fortemente a um substrato, mantendo vários substratos de um mesmo material ou materiais diferentes unidos por meio de uma ligação superficial. Esta propriedade, não intrínseca à substância, desenvolve-se sob determinadas condições enquanto interage com a superfície do aderente (WELLONS, 1997).

Segundo Carrasco (1984), desde os tempos dos egípcios já se utilizava, como adesivos, a goma arábica (retirada de árvores de acácia), resinas de outras árvores, além do ovo e da borracha.

Até meados do século XX utilizavam-se adesivos de origem animal ou ainda à base de vegetais. Depois da Primeira Guerra Mundial surgiram novos tipos de adesivos, que poderiam ser empregados à temperatura ambiente e possuíam certa resistência à água. Atualmente são utilizados para colagem de peças de madeira estruturais internas. A primeira resina sintética à base de fenol-formaldeído começou a ser aplicada em escala industrial na década de 1930 e, neste mesmo período, o adesivo à base de ureia-formaldeído começou a ser empregado na produção de madeira compensada de uso interno e de móveis. Apesar de possuir pouca resistência à água, comparado às resinas fenólicas, o adesivo à base de ureia apresenta cura em temperatura mais baixa e menor custo (CAMPOS; LAHR, 2004).

Ainda de acordo com Campos e Lahr (2004), o resorcinol-formaldeído foi um dos adesivos desenvolvidos após a Segunda Guerra, tendo um custo maior do que os adesivos citados anteriormente, mas com maior resistência à água e cura à temperatura ambiente. Nesta época surgiram também os primeiros adesivos poliuretanos e as emulsões de acetato de polivinila, que sucederam os adesivos à base de proteína animal.

O avanço ocorrido no estudo da química das macromoléculas forneceu uma grande variedade de polímeros, com melhores características quanto ao seu aspecto adesivo, e forçou grande expansão das indústrias de adesivos à base de resinas vinílicas, de poliéster, poliuretanas etc. Da mesma forma, foram buscadas aplicações para os processos de colagem com as mais variadas finalidades (CARRASCO, 1984).

Dentre as propriedades do adesivo, a adesão é um dos fenômenos mais importantes para a compreensão da formação da ligação adesiva, podendo ser por atração e química. A adesão por atração pode ser entendida como sendo a interação entre duas superfícies causada por um forte campo de forças atrativas provenientes dos constituintes de cada superfície. A adesão química se processa através de ligações chamadas primárias (iônicas, covalentes,

coordenadas e metálicas) e através de forças secundárias intermoleculares (DE CONTI, 2011). Os aderentes são os materiais sólidos ligados ao adesivo – chamados também de substratos.

Segundo Carrasco et al. (1995), para se proceder à avaliação do adesivo, diversos fatores devem ser considerados, tais como adesão, tempo de armazenamento, vida útil após a preparação, adesividade, tempo de cura ou velocidade de desenvolvimento de sua resistência e penetração.

### **3.5.1 Propriedades dos adesivos no bambu**

As propriedades da madeira e do bambu que devem ser consideradas a fim de se obter uma boa ligação são (RIVERO, 2003):

- Estrutura anatômica, porosidade e densidade: A densidade do bambu depende da proporção entre poros e as fibras. É ela quem determina as suas propriedades físico-mecânicas, as quais, por sua vez, são os principais determinantes do desempenho da ligação adesiva;
- Anisotropia: é manifestada pelas diferenças entre as propriedades físico-mecânicas, medidas ao longo das três direções principais do bambu sendo sempre importante sua consideração no projeto das ligações;
- Teor de umidade do bambu: controla o bom desempenho dos adesivos, necessitando ser acompanhado e controlado rigorosamente, conforme as características de cada adesivo. A durabilidade das ligações adesivas é afetada por essas mudanças no teor de umidade, a qual, por sua vez, apresenta consequências nas dimensões da peça;
- Resistência a esforços estáticos e dinâmicos;
- Variação dimensional e distribuição dos nós;
- Natureza do substrato, rugosidade, textura, capacidade de absorção, etc.;
- O uso de substâncias adesivas com a finalidade de unir elementos de bambu promove a obtenção de peças com dimensões maiores do que aquelas obtidas diretamente do colmo; e
- Aproveitamento dos resíduos de processamento, diminuindo os defeitos técnicos e valorizando propriedades como resistência e aparência estética da superfície. O

desenvolvimento de métodos científicos e econômicos para atingir estes objetivos pode ser chamado de "Engenharia de Adesivos".

Correal e Ramirez (2010) ressaltam que, por mais que haja várias pesquisas sobre o BLC quanto ao seu comportamento mecânico, a grande maioria não leva em conta a influência da quantidade de adesivo empregada – apenas seguem as recomendações dos fabricantes. Ainda segundo os autores, se a resistência de ligação interna de qualquer produto estrutural laminado não é forte o suficiente para garantir a ruptura do substrato (bambu), há possibilidade das lâminas se descolarem e então, a capacidade estrutural global será imprevisível. Portanto, a quantidade ótima de adesivo é uma importante variável a se determinar, uma vez que ela define não só o desempenho mecânico do BLC, mas também o seu custo.

Rivero (2003) apresenta algumas recomendações para alcançar uma boa ligação adesiva:

- Remover o pó, óleo ou qualquer outro material capaz de reter o ar ou impedir o contato do adesivo com o aderente;
- Eliminar qualquer composto orgânico desprovido de afinidade atrativa com o adesivo;
- As proporções da mistura resina e catalisador, recomendados pelos fabricantes, devem ser rigorosamente atendidas;
- Aplicar uma pequena pressão, para desenvolver adequadamente a cura do adesivo;
- Aplainar as superfícies muito rugosas promovendo um contato íntimo e melhor fluxo do adesivo;
- Durante a secagem ou cura o adesivo não deve sofrer retracções exageradas, responsáveis por tensões excessivas nas ligações.

Os adesivos sintéticos, em sua maioria, são tóxicos. Uma das inovações em pesquisa na área de adesivos é uma resina bi-componente poliuretânica à base de óleo de mamona, desenvolvido pelo Instituto de Química de São Carlos – Universidade de São Paulo. O material tem a vantagem de não ser agressivo ao homem e nem ao ambiente (AZAMBUJA, 2002), além de apresentar boa resistência às intempéries, com baixa emissão de elementos tóxicos. Ensaios preliminares realizados, comparando-o com o adesivo à base de resorcinol-formol (Cascophen), indicaram um bom desempenho para a fabricação de laminado colado de madeira.

### 3.5.2 Tipos de adesivos

No Quadro 1 são apresentados alguns tipos de adesivos e seus respectivos usos.

**Quadro 1 – Principais adesivos e seus usos**

ADESIVO	BASE	USO	CONDIÇÕES DE USO
Origem animal	Proteínas de peixe, de cartilagem, de osso, de tendões	Carpintaria de móveis	Ambientes internos não agressivos
Caseína	Proteína do leite	Móveis, compensados, estruturas	Ambientes internos não agressivos, boa resistência mecânica
Soja	Amido, farinha de soja	Compensados	Ambientes internos e externos, baixa resistência ao intemperismo
Tanino (T)	Acácia, Quebracho	Compensados, aglomerados	Ambientes internos e externos, baixa resistência ao intemperismo
Fenol-formaldeído (PF)	Resina termofixa, Fenólica	Compensados, aglomerados	Exteriores, boa resistência mecânica
Ureia-formaldeído (UF)	Resina termofixa, Fenólica	Compensados, aglomerados	Ambientes internos, boa resistência mecânica
Resorcinol-formaldeído (RF); Fenol-resorcinol-formaldeído (PRF)	Resina termofixa, fenólica, resorcínica	Compensados, estruturas, madeira laminada	Interiores, exteriores, boa resistência mecânica
Isocianato (Iso)	Resina termofixa, isocianato, metano	Aglomerados	Interiores
Acetato de polivinila (PVA)	Resina termoplástica	Uso não estrutural	Interiores
Poliuretano/mamona	Resina termofixa, de mamona	Usos estrutural (indicadores preliminares)	Interiores e exteriores, resistente ao intemperismo, boa resistência mecânica (indicação preliminar)
Epóxi	Resina termofixa multicomponente	Reparos estruturais	Exteriores e interiores úmidos, boa resistência mecânica

Fonte: Henriques de Jesus (2000)

Dentre os adesivos elencados por Henriques de Jesus (2000), o adesivo poliuretano à base de óleo de mamona, juntamente com o de base epóxi, são recomendados para fins estruturais. Este fato atesta o potencial do adesivo de mamona na fabricação, não só de madeira laminada colada, como também de bambu laminado colado.

#### 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa tem natureza descritiva e aplicada. Para a sua realização, foram adotadas ações metodológicas específicas para atingir os objetivos específicos propostos. O Quadro 2 apresenta uma síntese dos objetivos específicos acompanhados de suas ações metodológicas.

**Quadro 2 – Objetivos específicos e respectivas ações metodológicas**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	SÍNTESE DAS AÇÕES METODOLÓGICAS
Descrever as necessidades e obstáculos em cada etapa do processo produtivo do bambu laminado colado com adesivo à base de óleo de mamona	<p>A confecção do material passa pelas seguintes etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte e taliscamento dos colmos;</li> <li>• Usinagem das taliscas;</li> <li>• Tratamento preservativo;</li> <li>• Secagem em estufa;</li> <li>• Preparo do adesivo;</li> <li>• Colagem das lâminas e prensagem; e</li> <li>• Acabamentos nas peças.</li> </ul>
Identificar as características físico-mecânicas do material	<p>Após a fabricação dos corpos de prova, com dimensões específicas para cada ensaio, a componente experimental desta pesquisa exigiu a realização dos seguintes ensaios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umidade;</li> <li>• Densidade;</li> <li>• Estabilidade dimensional;</li> <li>• Compressão paralela às fibras;</li> <li>• Cisalhamento na lâmina de cola.</li> </ul> <p>Além disso, são apresentados e correlacionados com um compilado de resultados de vários autores que realizaram trabalhos semelhantes.</p>
Verificar a aceitação cultural do BLC quando da especificação para projetos de edificações	<p>Pesquisa realizada <i>online</i> com profissionais da arquitetura e construção, afim de verificar a aceitação cultural do material e buscando compreender prós e contras do mesmo na aplicação em obras no noroeste do Paraná. Uso de matriz SWOT para análise dos resultados.</p>

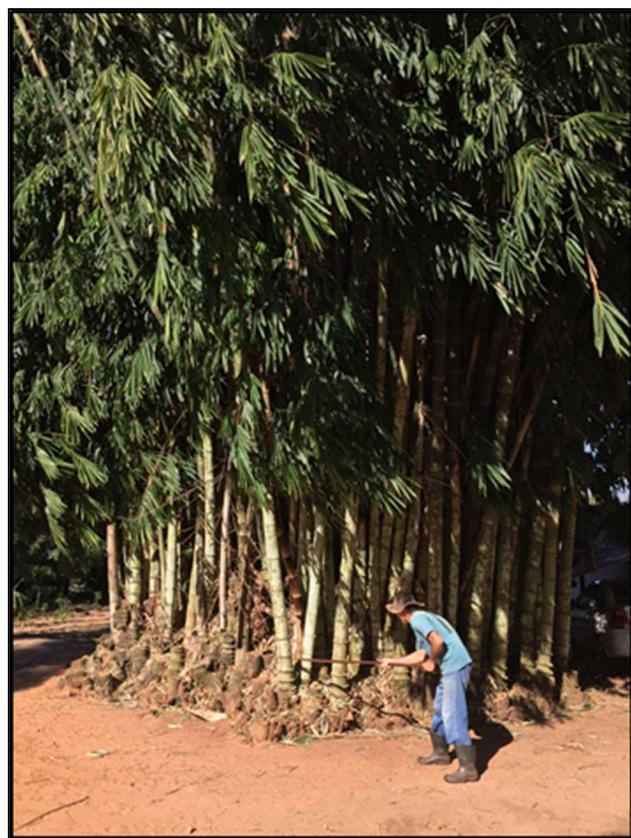
Fonte: O Autor (2018)

A seguir, serão apresentados os materiais e métodos que foram adotados para esta pesquisa.

#### 4.1 ESCOLHA DA ESPÉCIE DE BAMBU

A escolha da espécie *Dendrocalamus giganteus* (bambu gigante) se justifica pelo grande número de pesquisas comprovando sua viabilidade na fabricação do laminado colado de bambu e suas propriedades físico-mecânicas favoráveis. Os colmos utilizados nesta pesquisa foram retirados de uma propriedade privada na cidade de Umuarama – PR, coordenadas 23°46'15.7"S 53°18'23.4"O. Na Figura 19 pode-se observar o aspecto da touceira dessa espécie.

**Figura 19** – Touceira de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*)



Fonte: O Autor (2018)

Pereira e Beraldo (2007) caracterizam essa espécie de bambu:

- *Descrição*: Espécie de bambu de grande porte, crescimento entouceirante;
- *Altura dos colmos*: 24 a 40 metros;
- *Diâmetro dos colmos*: 10 a 20 centímetros;
- *Espessura da parede*: 1 a 3 centímetros (parede espessa);

- *Solo e clima:* Possui preferência por solos ricos em nutrientes; regiões tropicais úmidas até regiões subtropicais;
- *Temperatura mínima = -2 °C;*
- *Distribuição natural:* Bangladesh; China; Nepal; SriLanka; Tailândia; espécie introduzida nas Filipinas; na Indonésia e na Malásia;
- *Usos mais comuns:* Amplamente utilizado para construções e confecção de laminado colado; utilizado também como alimento, utensílios domésticos e na fabricação de polpa e papel;
- *Pesquisa atual:* Em diversos setores; e
- *Uso potencial:* Produção de brotos e na expansão da indústria de laminado colado.

Em boletim técnico emitido pelo Instituto Agronômico do Paraná, Oliveira et al. (2000) tratam da caracterização do solo da região noroeste do Paraná, da qual Umuarama faz parte. Essa região tem solos originários do Arenito Caiuá, com textura média a arenosa e muito suscetíveis à erosão. Este tipo de solo pode ser deficiente em macro e micronutrientes, pois apresenta, não raramente, baixos níveis de matéria orgânica e níveis críticos de minerais importantes, como fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Independentemente destas limitações, os solos do Arenito Caiuá são predominantemente férteis, não apresentando alumínio livre, o que é prejudicial para o desenvolvimento da maioria das plantações.

As touceiras, de onde provieram as amostras coletadas, não passavam por processo de manejo há vários anos. Por isso, na colheita foi verificada a presença de alguns colmos mortos entre os vivos. Os colmos coletados foram cuidadosamente selecionados: colmos saudáveis, sem sinais de ataque de insetos xilófagos e/ou apodrecimento.

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DO ADESIVO ESCOLHIDO

O adesivo utilizado é um polímero bi-componente, semiflexível e tido como universal, sendo 75% natural de fonte renovável e assim substituindo os adesivos derivados de petróleo; não contém solventes e não agride a natureza (KEHL, 2017). Uma característica interessante a se destacar é que o adesivo não altera a coloração natural do BLC, mantendo a proposta estética do material. Ainda, de acordo com a fabricante (KEHL), sua cura se dá em 3 (três) horas e a pós-cura em 24 (vinte e quatro) horas, quando é possível a desforma da peça.

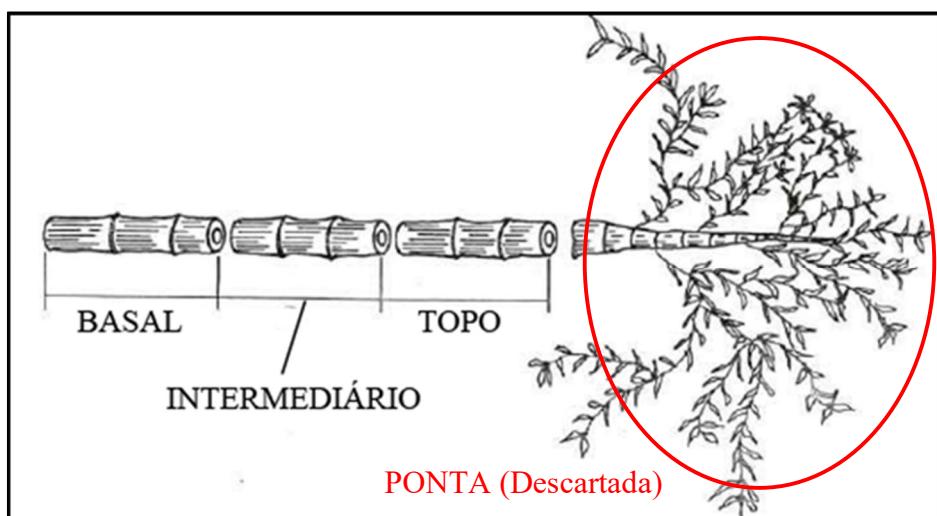
A KEHL não menciona sobre quantidades ótimas de aplicação do adesivo para a composição do BLC. Inclusive, poucos são os estudos publicados em língua portuguesa que tratam desta quantidade ótima.

#### 4.3 CONFEÇÃO DO BAMBU LAMINADO COLADO (BLC)

Para este estudo, a fabricação do bambu laminado consistiu nas seguintes etapas:

- I. **Corte:** Os colmos selecionados foram retirados da touceira com o auxílio de um motosserra e o corte realizado a partir do segundo entrenó, contado desde a superfície do solo. Para otimizar o transporte desses colmos para o local das próximas etapas, os mesmos foram serrados com tamanho médio de 1,40 m e limpos grosseiramente: retirando galhos, folhas e descartando a ponta do colmo, por possuir parede de espessura muito fina, inviável para produção do BLC (Figura 20).

**Figura 20** – Esquema de separação dos colmos de bambu

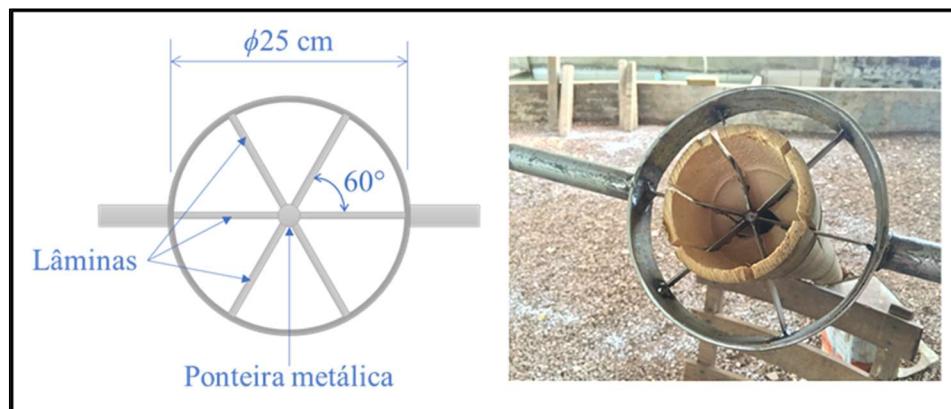


Fonte: Adaptado de Pereira (1992)

- II. **Transporte e armazenamento:** o transporte foi realizado por um veículo utilitário até o campus da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Campus de Umuarama, onde o processo de fabricação do BLC foi executado. Os colmos foram dispostos na horizontal, sem contato com o solo, em ambiente coberto.

III. **Taliscamento:** este processo faz parte do preparo do bambu para o tratamento preservativo; nesta etapa o colmo foi dividido em seis partes, com a ajuda de uma ferramenta específica para esta função: o divisor de taliscas de bambu (Figura 21).

**Figura 21 – Divisor de taliscas de bambu**



Fonte: O Autor (2018)

As lâminas metálicas, apoiadas nas camadas externas do colmo, são golpeadas com um martelo na direção axial do colmo. Devido à estrutura anatômica do bambu (ausência de raios), essa operação é rápida.

IV. **Tratamento preservativo:** o tratamento preservativo adotado para esta pesquisa foi o de imersão em água estagnada em um tanque (Figura 22), por um período de vinte e oito dias, para que a concentração do amido seja reduzida/eliminada, provocado pela fermentação.

**Figura 22 – Taliscas de bambu dispostas em reservatório para tratamento preservativo**



Fonte: O Autor (2018)

V. ***Secagem:*** após o tratamento, as taliscas foram lavadas com água corrente, cortadas em comprimento de aproximadamente 35 cm e dispostas para secagem em estufa, à temperatura de 70 °C, por 72 horas.

VI. ***Usinagem das taliscas:*** depois de secas, as taliscas passaram por beneficiamento em uma plaina, de modo que fossem removidas das taliscas parte do diafragma, uma parte da camada interna e a camada da casca (Figura 23). A partir de então, as taliscas assumiram formato de seção transversal retangular com aproximadamente 0,5 x 3,0 x 35,0 cm (espessura x largura x comprimento).

**Figura 23 – Aspecto das taliscas após usinagem**

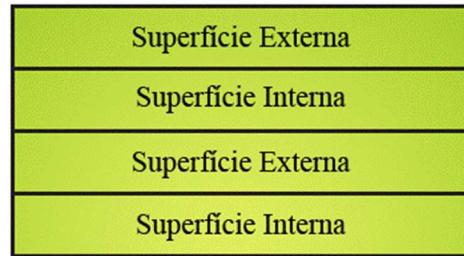


Fonte: O Autor (2018)

VII. ***Preparo do Adesivo:*** com o objetivo de se produzir um material sustentável, foi escolhido o adesivo bi-componente poliuretano à base de óleo de mamona, produzido pela Kehl Indústria e Comércio Ltda. Esse tipo de adesivo não possui componentes tóxicos. Seu preparo foi realizado segundo as instruções do fabricante.

VIII. ***Colagem das lâminas:*** as lâminas foram coladas atentando-se em posicionar os nós de maneira desencontrada, para que não se criem pontos de fragilidade nas peças. Ainda é importante ressaltar que as taliscas se alternaram quanto à face interna e externa (Figura 24), visto que se duas faces internas fossem posicionadas juntas, o corpo de prova poderia ficar vulnerável neste ponto.

**Figura 24** – Arranjo das lâminas de bambu para colagem



Fonte: Adaptado de Mahdavi, Clouston e Arwade (2012)

**IX. Prensagem:** para facilitar o processo produtivo artesanal das peças de bambu laminado colado, tornando-o mais exequível, foi utilizada uma prensa manual (Figura 25a), em que o controle de pressão nas placas se deu por meio de um torquímetro com relógio (Figura 25b), da marca Gedore, pré-calibrado.

**Figura 25** – Prensa manual (a) e torquímetro com relógio (b)



Fonte: O Autor (2018)

As lâminas coladas foram dispostas no dispositivo de prensagem e permaneceram sob pressão por 3 horas (cura); e desformadas após 24 horas (pós-cura). As peças resultantes da prensagem apresentaram espessuras variáveis (por conta do número de “camadas”) e 30 cm x 45 cm (largura e comprimento, respectivamente).

**X. Aplainamento:** depois da prensagem, foi realizado o aplainamento da peça para facilitar a fabricação dos corpos de prova.

**XI. Fabricação dos corpos de prova para ensaios:** como não há nenhuma normativa de padronização quanto aos corpos de prova de BLC, foram então adotadas as dimensões preconizadas pelo Anexo B da ABNT NBR 7.190 (1997), porém ajustadas à realidade das dimensões do BLC.

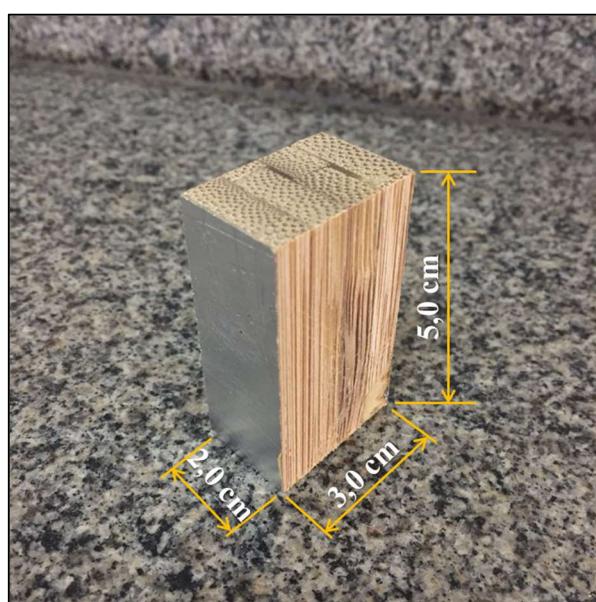
#### 4.4 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA

Com o objetivo de caracterizar e avaliar as propriedades físico-mecânicas do bambu laminado colado, o material foi submetido aos seguintes ensaios: umidade; densidade; estabilidade dimensional, compressão paralela às fibras e cisalhamento na lâmina de cola. Por recomendação da ABNT NBR 7.190 (1997), o número mínimo de amostras para cada ensaio é de seis corpos de prova. Porém, ao decorrer dos ensaios, algumas quantidades de corpos de prova foram aumentadas, conforme a disponibilidade de material.

##### a) Ensaio de Umidade

A determinação do teor de umidade ( $U$ ) tem por objetivo ajustar as propriedades mecânicas de resistência e rigidez do material. Este ensaio também é útil quando da orientação na escolha do melhor método de tratamento preservativo e da escolha do adesivo. O formato e dimensões do corpo de prova são ilustrados na Figura 26.

**Figura 26 –** Corpo de prova para determinação do teor de umidade



Fonte: O Autor (2018)

Quanto ao procedimento, a massa inicial ( $m_i$ ) do corpo de prova foi mensurada; depois, a amostra permaneceu em estufa sob temperatura de  $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Durante este processo de secagem, a massa do corpo de prova foi mensurada a cada 6 horas, até que ocorresse a variação de duas medidas consecutivas, menor ou igual a 0,5% da última massa medida, obtendo-se então a massa seca ( $m_s$ ). Por fim, a umidade é calculada de acordo com a Equação (1):

$$U(\%) = \frac{m_i - m_s}{m_s} \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

**U:** teor de umidade (%);

**$m_i$ :** massa inicial do corpo de prova (g);

**$m_s$ :** massa seca do corpo de prova (g).

### b) Ensaio de Densidade

Ensaio utilizado para determinação das densidades básica e aparente do material. O corpo de prova seguiu as mesmas especificações que para o ensaio de umidade. A metodologia do ensaio se executou da seguinte maneira: primeiramente, determinou-se a massa seca ( $m_s$ ) do corpo de prova; então, com o corpo de prova saturado, foi determinado o volume saturado (por meio das medidas da seção transversal e do comprimento). E, na determinação da densidade aparente, a massa e o volume foram determinados em corpos de prova com  $U_{eq}$  aproximada de 13%. Conhecidos os valores, foram aplicados nas Equações 2 e 3, para a determinação da densidade básica e densidade aparente, respectivamente.

$$\rho_{bas} = \frac{m_s}{V_{sat}} \quad (2)$$

Sendo:

**$\rho_{bas}$ :** densidade básica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

**$m_s$ :** massa seca do corpo de prova (g);

**$V_{sat}$ :** volume do corpo de prova saturado ( $\text{cm}^3$ ).

$$\rho_{ap} = \frac{m_{Ueq}}{V_{Ueq}} \quad (3)$$

Sendo:

$\rho_{ap}$ : densidade aparente ( $\text{g/cm}^3$ );

$m_{Ueq}$ : massa do corpo de prova com o teor de umidade de equilíbrio (g);

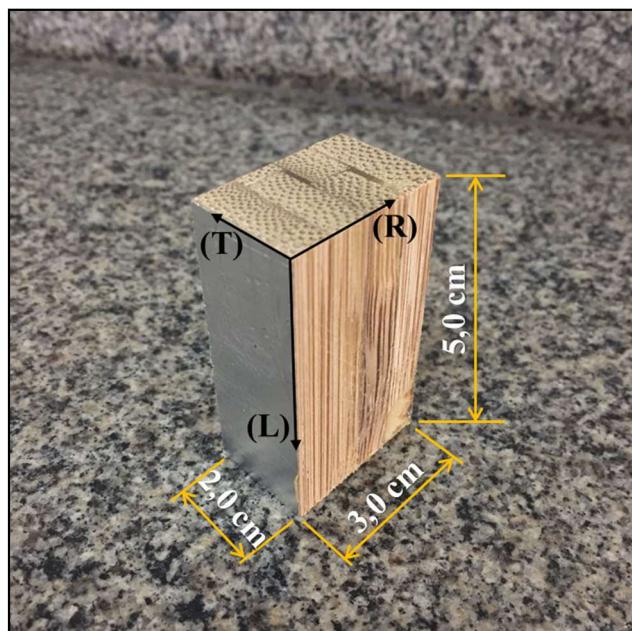
$V_{Ueq}$ : volume do corpo de prova com o teor de umidade de equilíbrio ( $\text{cm}^3$ ).

### c) Ensaio de Estabilidade Dimensional

O objetivo deste ensaio é determinar o grau de estabilidade dimensional do bambu laminado colado, por meio das propriedades de retração e inchamento. Para o estudo de retratibilidade, os corpos de prova devem possuir teor de umidade acima do ponto de saturação das fibras. Já para o estudo de inchamento, os corpos de prova precisam estar secos.

Foram realizadas três marcações em faces do corpo de prova, representativas das três direções anatômicas: longitudinal ou axial (L), tangencial (T) e radial (R). Essas duas últimas correspondem, respectivamente, à largura e altura do corpo de prova, conforme ilustrado na Figura 27.

**Figura 27 –** Corpo de prova para ensaio de estabilidade dimensional



Fonte: O Autor (2018)

Os corpos de prova foram pesados e medidos em todas as direções marcadas; em seguida imergidos em um recipiente para a saturação. As próximas medições foram feitas em 2 horas, 24 horas, 48 horas e 72 horas. Após a saturação os corpos de prova, os mesmos foram levados à estufa durante 48 horas, quando alcançaram estabilidade em massa.

De acordo com ABNT NBR 7.190 (1997), as porcentagens de retração ( $\varepsilon_r$ ) e de inchamento ( $\varepsilon_i$ ), são consideradas como índices de estabilidade dimensional e são determinadas, para cada uma das direções preferenciais, em função das respectivas dimensões da amostra saturada e seca.

Para a determinação da retração axial, utilizou-se a Equação 4:

$$\varepsilon_{r,1} = \left[ \frac{L_{1,sat} - L_{1,seca}}{L_{1,sat}} \right] \times 100 \quad (4)$$

Sendo:

$\varepsilon_{r,1}$ : retração axial (%);

$L_{1,sat}$ : dimensão na direção axial do corpo de prova saturado (cm);

$L_{1,seca}$ : dimensão na direção axial do corpo de prova seco (cm).

Quanto à determinação da retração radial, utilizou-se a Equação 5:

$$\varepsilon_{r,2} = \left[ \frac{L_{2,sat} - L_{2,seca}}{L_{2,sat}} \right] \times 100 \quad (5)$$

Sendo:

$\varepsilon_{r,2}$ : retração radial (%);

$L_{2,sat}$ : dimensão na direção radial do corpo de prova saturado (cm);

$L_{2,seca}$ : dimensão na direção radial do corpo de prova seco (cm).

Já para a indicação da retração na direção tangencial, utilizou-se a Equação 6:

$$\varepsilon_{r,3} = \left[ \frac{L_{3,sat} - L_{3,seca}}{L_{3,sat}} \right] \times 100 \quad (6)$$

Sendo:

$\varepsilon_{r,3}$ : retração tangencial (%);

**L<sub>3,sat</sub>**: dimensão na direção tangencial do corpo de prova saturado (cm);

**L<sub>3,seca</sub>**: dimensão na direção tangencial do corpo de prova seco (cm).

Quanto à estabilidade dimensional, no quesito de inchamento, foram adotadas as seguintes equações. Para o cálculo do inchamento na direção axial, a Equação 7:

$$\varepsilon_{i,1} = \left[ \frac{L_{1,sat} - L_{1,seca}}{L_{1,seca}} \right] \times 100 \quad (7)$$

Sendo:

**ε<sub>i,1</sub>**: inchamento axial (%);

**L<sub>1,sat</sub>**: dimensão na direção axial do corpo de prova saturado (cm);

**L<sub>1,seca</sub>**: dimensão na direção axial do corpo de prova seco (cm).

Já quanto à determinação do inchamento na direção radial, utilizou-se a Equação 8:

$$\varepsilon_{i,2} = \left[ \frac{L_{2,sat} - L_{2,seca}}{L_{1,seca}} \right] \times 100 \quad (8)$$

Sendo:

**ε<sub>i,2</sub>**: inchamento radial (%);

**L<sub>2,sat</sub>**: dimensão na direção radial do corpo de prova saturado (cm);

**L<sub>2,seca</sub>**: dimensão na direção radial do corpo de prova seco (cm).

Ainda, quanto ao cálculo do inchamento na direção tangencial, adotou-se a Equação 9:

$$\varepsilon_{i,3} = \left[ \frac{L_{3,sat} - L_{3,seca}}{L_{3,seca}} \right] \times 100 \quad (9)$$

Sendo:

**ε<sub>i,3</sub>**: inchamento tangencial (%);

**L<sub>3,sat</sub>**: dimensão na direção tangencial do corpo de prova saturado (cm);

**L<sub>3,seca</sub>**: dimensão na direção tangencial do corpo de prova seco (cm).

A variação volumétrica foi calculada pela porcentagem da razão entre a diferença do volume da amostra saturada e seca, pelo volume na condição saturada (retração) e seca (inchamento), conforme as Equações 10 e 11.

$$\Delta V_{sat} = \left[ \frac{V_{sat} - V_{seca}}{V_{sat}} \right] \times 100 \quad (10)$$

Sendo:

**ΔV<sub>sat</sub>**: variação do volume em situação saturada (%);

**V<sub>sat</sub>**: volume do corpo de prova em situação saturada (cm<sup>3</sup>);

**V<sub>seca</sub>**: volume do corpo de prova em situação seca (cm<sup>3</sup>).

$$\Delta V_{seca} = \left[ \frac{V_{sat} - V_{seca}}{V_{seca}} \right] \times 100 \quad (11)$$

Sendo:

**ΔV<sub>seca</sub>**: variação do volume em situação seca (%);

**V<sub>sat</sub>**: volume do corpo de prova em situação saturada (cm<sup>3</sup>);

**V<sub>seca</sub>**: volume do corpo de prova em situação seca (cm<sup>3</sup>).

#### d) Ensaio de Compressão Paralela às Fibras

O objetivo deste ensaio é determinar a resistência à compressão paralela às fibras do bambu laminado colado. A resistência à compressão paralela às fibras ( $f_{c,0}$ ) é dada pela máxima tensão de compressão que pode atuar em um corpo de prova (Figura 28) e calculada conforme Equação 12 (ABNT NBR 7190:1997).

$$f_{c,0} = \frac{F_{c,0\text{ MÁX}}}{A} \quad (12)$$

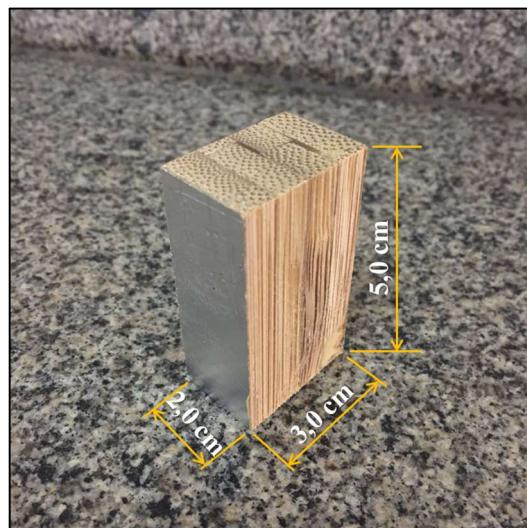
Sendo:

**f<sub>c,0</sub>**: resistência aos esforços de compressão paralela às fibras (N/m<sup>2</sup>);

**F<sub>c,0MÁX</sub>**: força de compressão máxima aplicada ao corpo de prova (N);

**A**: área da seção transversal do corpo de prova, em plano normal às fibras (m<sup>2</sup>).

**Figura 28** – Corpo de prova para ensaio de compressão paralela às fibras



Fonte: O Autor (2018)

O carregamento axial aplicado foi monotônico crescente, não-cíclico, à velocidade de 27 MPa por minuto, em uma prensa universal hidráulica da marca Pavitest, modelo I-3058, com capacidade para até 100 toneladas. Devido ao *software* da prensa não admitir a entrada de dados das dimensões do corpo de prova empregado, foram registradas apenas as forças de ruptura e, posteriormente, efetuado o cálculo da tensão de compressão.

#### e) Ensaio de Cisalhamento na Lâmina de Cola

Seguindo as recomendações da ABNT NBR 7.190 (1997), a resistência ao cisalhamento na lâmina de cola ( $f_{gv,0}$ ) do material corresponde à máxima tensão de cisalhamento que pode atuar na lâmina de cola de um corpo de prova prismático (Figura 29), sendo dada pela Equação 12:

$$f_{gv,0} = \frac{F_{v,0 \text{ MÁX}}}{A_{gv,0}} \quad (13)$$

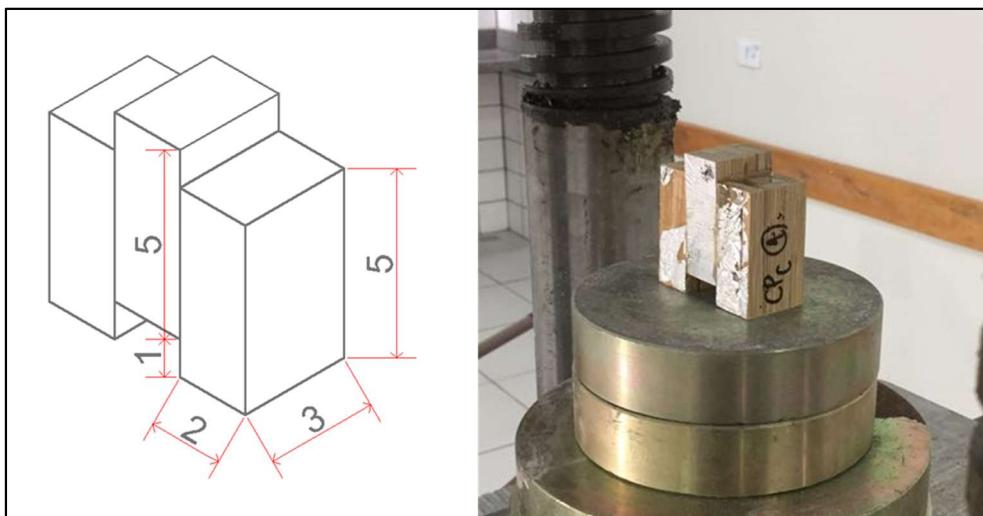
Sendo:

**$f_{gv,0}$ :** resistência aos esforços de cisalhamento na lâmina de cola, em plano paralelo às fibras ( $\text{N/m}^2$ );

**$F_{v,0 \text{MÁX}}$ :** força cisalhante máxima aplicada ao corpo de prova (N);

**$A_{gv,0}$ :** área inicial da lâmina de cola do corpo de prova, em plano paralelo às fibras ( $\text{m}^2$ ).

**Figura 29 – Corpo de prova para ensaio de cisalhamento na lâmina de cola**



Fonte: Adaptado de Frangi, Fontana e Mischler (2004)

Nota: Medidas em centímetros (cm)

#### 4.5 PESQUISA DE CAMPO QUANTO À ACEITAÇÃO CULTURAL DO BLC

Apesar do BLC já ser utilizado na área de construção e decoração em países como a China e os Estados Unidos da América, no Brasil isso não é evidente. Quando se fala em BLC brasileiro, encontra-se apenas a aplicação para artesanatos e utensílios de cozinha. Porém, com o recente crescimento do uso da madeira em edificações brasileiras, é necessária a verificação da potencial de inserção do BLC no mercado nacional, visto que, atualmente, não se encontra nenhuma empresa que fabrique este material para fins arquitetônicos/construtivos.

Os produtos à base de BLC, para serem inseridos no mercado, precisam, primeiramente, serem aceitos e defendidos pelos profissionais especificadores – arquitetos, engenheiros e designers. Para isso, foi realizada uma pesquisa por meio de formulário eletrônico, na plataforma *Google Forms*, envolvendo profissionais das áreas da construção e decoração. Esta pesquisa objetivou conhecer a preferência de especificação dos profissionais e as primeiras impressões quanto ao BLC.

Para isso, durante o preenchimento da pesquisa, o profissional assistiu a um vídeo informativo (elaborado especificamente para esta finalidade e hospedado na plataforma do *YouTube*). As questões que compreendem a pesquisa se encontram no Apêndice A, juntamente com o código QR que redireciona para o vídeo.

Com a finalidade de alcançar o público alvo da pesquisa, os participantes em potencial foram convidados a colaborar com a pesquisa pelos seguintes meios: lista de email (fornecida

pela Entidade de Classe a qual o profissional participa e/ou pelo canal “Ache um Arquiteto” do CAU), publicações em perfis e/ou grupos profissionais hospedados em plataformas de redes sociais (*Facebook* e *Instagram*) e mensagem privada em aplicativo de mensagens (*WhatsApp* e *Facebook Messenger*).

#### **4.5.1 SWOT Aplicado à Análise dos Resultados da Pesquisa *Online***

Rodrigues et al. (2005) relata que a Análise SWOT (ou Matriz SWOT) é criação dos professores Kenneth Andrews e Roland Cristensen (*Harvard Business School* – Escola de Negócios de Harvard). E, segundo Chiavenato e Sapiro (2003), a função é relacionar as oportunidades e ameaças com os pontos fortes e fracos de uma organização (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* – Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças). Apesar desta ferramenta ser utilizada para o planejamento estratégico de empresas, ela pode ser empregada em qualquer tipo de análise de cenário.

Sua aplicação neste trabalho proporcionou uma visão geral do BLC e o cenário atual em que está inserido. Assim, pôde-se traçar recomendações para superar as dificuldades encontradas na aplicação deste material na região estudada.

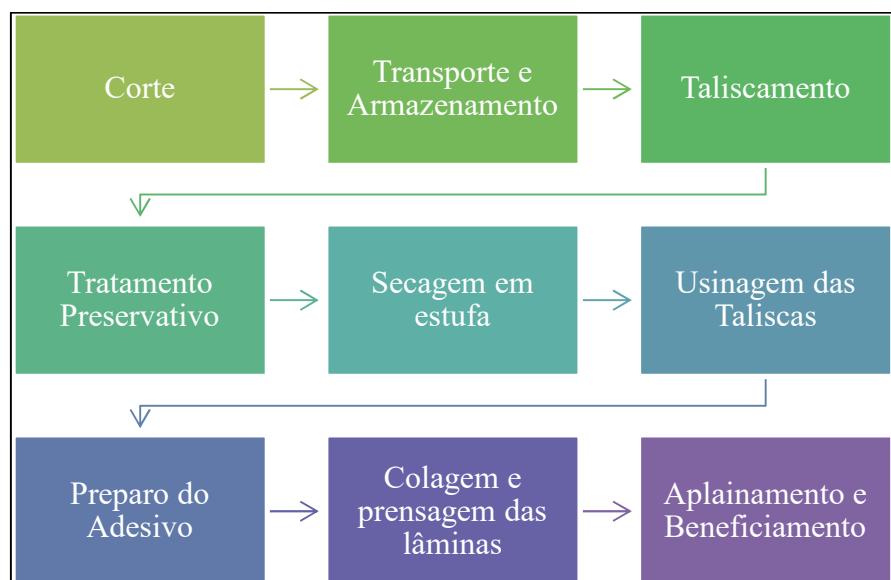
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As ações metodológicas trouxeram os resultados que a seguir serão apresentados. Além disso, na medida de sua apresentação, os mesmos já serão discutidos, a fim de facilitar o processo de compreensão.

### 5.1 PRODUÇÃO DO BLC

O processo de produção do material durou aproximadamente 52 dias. O desenvolvimento foi delimitado em nove etapas, demonstradas na Figura 30.

**Figura 30** – Fluxograma do processo de fabricação do BLC



Fonte: O Autor (2018)

A colheita dos colmos de bambu foi realizada no dia 21 de julho de 2017. Esta data foi escolhida por conta das recomendações de Santos (1996), que orienta que a colheita deve ocorrer, preferencialmente, durante o inverno e durante a lua minguante, pois nessas condições o colmo apresenta menor teor de umidade, menor quantidade de seiva circulando pelos colmos e menor concentração de amido. Este cuidado é relevante, uma vez que diminui o tempo de cura e secagem, além de ser menos atrativo à agentes xilófagos.

Apesar de diversos autores recomendarem o uso do serrote de poda para o corte dos colmos, o uso do mesmo nesta pesquisa foi inviável. A razão é porque, uma vez que as touceiras de origem não passavam por manejo há vários anos, as mesmas tinham muitos

colmos velhos e/ou apodrecidos que acabavam “prendendo” e impedindo o acesso aos colmos maduros e saudáveis. Os colmos permaneceram armazenados, pós-colheita, no Laboratório de Materiais de Construção do Campus de Umuarama da UEM, até que pudessem ser encaminhados para a fase de taliscamento.

O processo de taliscamento pode ser feito por meio de maquinários, como serra circular, ou por ferramentas manuais, como o taliscador de bambu. A escolha pelo uso do taliscador se deu pela facilidade de uso, porém, o mesmo não foi encontrado para comercialização. Então, foi necessário realizar a fabricação desta ferramenta em uma metalúrgica. O taliscador foi fabricado baseado visualmente em modelos utilizados em trabalhos artesanais chineses (Figura 31). Para as lâminas foram utilizadas chapas de aço com espessura de 1 mm, que posteriormente foram afiadas. Uma ponteira metálica foi posicionada no centro do taliscador para que ela pudesse romper o diafragma do bambu, facilitando o processo de taliscamento. É necessário destacar que o uso da ferramenta é simples, mas difícil quando os colmos estão muito secos. Diante disso, recomenda-se que o taliscamento ocorra o mais breve possível, após a retirada do colmo da touceira.

**Figura 31** - Modelo de taliscador de colmos de bambu



Fonte: <https://goo.gl/dNBijQ>

Como não era objetivo desta pesquisa a verificação da durabilidade do bambu, a escolha do tratamento preservativo por imersão em água estagnada foi elegida. Isso porque se trata de um tratamento natural, sem uso de produtos químicos. A água utilizada para o tratamento é potável, com pH neutro, e fornecida pela concessionária SANEPAR. Durante o período de tratamento, o tanque esteve em observação para que fosse evitado o risco de desenvolvimento de larvas e insetos. Como relatado por Rivero (2003), neste caso também houve a necessidade de troca da água. Porém, as mesmas foram realizadas a cada sete dias.

Após o tratamento do bambu, ocorreu a secagem das taliscas. Cada talisca foi dividida em quatro partes para que pudessem ser acomodadas dentro da estufa, onde permaneceram por 72 horas a uma temperatura de 70°C. Depois de secas, as taliscas foram encaminhadas a uma empresa madeireira para o processo de usinagem das taliscas. Isso é necessário visto que há a necessidade de as taliscas tomarem formato retangular e eliminar as partes moles (interna do colmo) e impermeáveis (casca do colmo).

Durante o processo de usinagem das taliscas, a empresa que estava realizando o serviço relatou que a serragem residual do processo estava causando muitos defeitos em seus maquinários, gerando transtornos e atrasando seu processo produtivo. Em razão disso, desistiu de realizar o serviço até o fim. Este fato foi prejudicial à pesquisa uma vez que esta foi a única empresa da região que havia se disposto a realizar o processo de usinagem. Ressalta-se então, este inconveniente como um provável motivo das empresas não trabalharem com laminação de bambu na região, provavelmente por questões associadas ao uso de equipamentos sem as devidas adaptações às condições impostas pelo material. Após a usinagem de parte das taliscas, as lâminas (taliscas usinadas, vide Figura 32) foram limpas com uma escova de cerdas de *nylon* para melhor adesão entre o substrato e o adesivo.

**Figura 32 - Taliscas de bambu usinadas**



Fonte: O Autor (2018)

Para iniciar o processo de colagem, é necessário que o adesivo seja preparado. Por se tratar de um adesivo bi-componente AG201 (Figura 33), a fabricante KEHL recomenda que sejam misturadas duas partes (em peso) do Componente B para cada parte de Componente A no momento da utilização. Misturou-se 80g do Componente B com 40g do Componente A por 2 minutos em um recipiente plástico. A reação de polimerização se inicia no momento do contato dos dois componentes.

**Figura 33 - Adesivo bi-componente (AG201)**



Fonte: O Autor (2018)

A colagem das lâminas se deu diretamente dentro da prensa manual (Figura 34). As lâminas foram dispostas lado a lado, formando quatro camadas, atentando para a recomendação quanto à disposição dos nós e contato das interfaces interna-externa. O adesivo foi aplicado com o auxílio de um pincel de cerdas sintéticas na proporção de 440 g/m<sup>2</sup>. Coladas as lâminas, o excesso de adesivo das laterais foi retirado com o auxílio de papel absorvente. O tempo de aplicação do adesivo em cada camada foi de aproximadamente 1 minuto e 30 segundos.

**Figura 34 - BLC sendo prensado**



Fonte: O Autor (2018)

Na prensagem do material, a prensa foi revestida de papel alumínio (fabricação da primeira placa) e de papel *kraft* (fabricação da segunda placa) para que a mesma não permanecesse colada à prensa, impedindo a desforma. A força aplicada para gerar a pressão foi manual – para preservar o caráter artesanal do material – por meio de um torquímetro de relógio. Após a desforma, as placas de BLC passaram porplainamento mecanizado, antes do

corte para a fabricação dos corpos de prova ensaiados. O processo de confecção do BLC resultou em uma peça leve, uniforme e de alto apelo estético (Figura 35).

**Figura 35 – Placa de BLC**



Fonte: O Autor (2018)

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA

Em decorrência da não usinagem de boa parte das taliscas, e por consequência a fabricação de poucas peças de BLC, não foi possível realizar mais ensaios de caracterização mecânica no material (como resistência à tração paralela, flexão estática, dureza, resistência a abrasão etc). Por não haver nenhuma normatização para ensaios de caracterização físico-mecânica do BLC, foram realizadas adaptações nos procedimentos recomendados no Anexo B da ABNT NBR 7.190 (1997) e trabalhos correlatos utilizados como parâmetro.

### 5.2.1 Teor de umidade

Na determinação desta propriedade física, foram ensaiados 24 corpos de prova. As medidas de suas massas foram aferidas por uma balança de precisão  $1 \times 10^{-2}$  g. As medições foram realizadas de 6 em 6 horas, mas a variação das massas só ficou abaixo de 0,5% após 24 horas de permanência em estufa. Os resultados das medições de massa inicial ( $m_i$ ), massa seca ( $m_s$ ) e teor de umidade ( $U$ ) são apresentados na Tabela 5.

Os resultados obtidos pelo ensaio e cálculo do teor de umidade mostram que o teor de umidade do BLC fabricado é de 13,38%. Isso indica que o material está próximo à umidade de equilíbrio estabelecida para madeiras (12%) pela ABNT NBR 7.190 (1997). Já com os valores de desvio padrão e coeficiente de variação quase nulos, prova que os dados são homogêneos e há baixa dispersão em torno da média.

**Tabela 5** – Valores de massa inicial, massa seca e teor de umidade do BLC

<b>CP</b>	<b><math>m_i</math> (g)</b>	<b><math>m_s</math> (g)</b>	<b>U (%)</b>
1	23,36	20,46	14,17
2	25,25	22,28	13,33
3	26,54	23,51	12,89
4	24,46	21,76	12,41
5	25,97	23,04	12,72
6	24,01	21,08	13,90
7	24,20	21,21	14,10
8	25,87	22,68	14,06
9	25,81	22,96	12,41
10	25,81	22,76	13,40
11	23,17	20,52	12,91
12	27,20	24,30	11,93
13	23,14	20,3	13,99
14	24,14	21,43	12,64
15	24,01	21,17	13,41
16	24,49	21,59	13,43
17	24,74	21,83	13,33
18	25,59	22,58	13,33
19	26,13	23,13	12,97
20	24,66	21,70	13,64
21	24,89	21,89	13,70
22	23,61	20,62	14,50
23	24,15	21,12	14,34
24	23,42	20,62	13,58
Média aritmética (%)		13,38	
Desvio Padrão		0,006534	
Coeficiente de Variação (%)		4,8834	

Fonte: O Autor (2018)

É importante o conhecimento do teor de umidade visto que esta propriedade influencia na absorção do adesivo, na densidade aparente do material (PAES et al., 2009), facilidade do tratamento (LIESE, 1998), na resistência contra agentes xilófagos e na resistência à compressão paralela às fibras (PEREIRA; BERALDO, 2007).

Vale ressaltar que é fundamental a observação da umidade da peça na sua locação final. No Brasil, a umidade relativa do ar pode variar muito de uma região para a outra. Além disso, saber o nível de exposição da peça faz com que haja menos problemas quanto à retração e/ou inchamento pela perda ou absorção posterior de água – a peça deve estar com o teor de umidade equilibrado com o do ambiente na sua aplicação.

### 5.2.2 Densidade

Realizados os procedimentos para a determinação da densidade básica ( $\rho_{bas}$ ), os dados experimentais foram inseridos na Equação (2). Já para o cálculo da densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ), os dados foram inseridos na Equação (3). Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6** – Valores de composição para densidade básica e densidade aparente do BLC

CP	$m_s$ (g)	$V_{sat}$ (cm <sup>3</sup> )	$\rho_{bas}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$m_{Ueq}$ (g)	$V_{Ueq}$ (cm <sup>3</sup> )	$\rho_{ap}$ (g/cm <sup>3</sup> )
1	20,46	32,22	0,6350	23,36	30,96	0,7545
2	22,28	32,41	0,6875	25,25	32,32	0,7810
3	23,51	32,02	0,7342	26,54	30,90	0,8589
4	21,76	32,39	0,6718	24,46	31,12	0,7858
5	23,04	32,46	0,7097	25,97	31,42	0,8263
6	21,08	32,12	0,6561	24,01	31,31	0,7668
7	21,21	32,28	0,6570	24,20	31,33	0,7723
8	22,68	33,14	0,6843	25,87	31,68	0,8164
9	22,96	31,91	0,7194	25,81	31,02	0,8320
10	22,76	32,43	0,7018	25,81	31,63	0,8158
11	20,52	31,54	0,6505	23,17	30,39	0,7624
12	24,30	32,36	0,7531	27,20	31,42	0,8655
13	20,3	32,11	0,6320	23,14	30,73	0,7528
14	21,43	32,64	0,6566	24,14	31,21	0,7733
15	21,17	31,95	0,6626	24,01	30,93	0,7762
16	21,59	32,02	0,6742	24,49	30,82	0,7946
17	21,83	31,97	0,6828	24,74	31,25	0,7915
18	22,58	32,31	0,6989	25,59	31,36	0,8158
19	23,13	32,23	0,7177	26,13	31,41	0,8318
20	21,70	31,97	0,6787	24,66	30,97	0,7962
21	21,89	31,99	0,6842	24,89	31,25	0,7963
22	20,62	32,35	0,6373	23,61	31,15	0,7579
23	21,12	32,49	0,6501	24,15	30,87	0,7823
24	20,62	32,13	0,6417	23,42	31,52	0,7430
Média aritmética (g/cm <sup>3</sup> )		0,6782	-	-	-	0,7937
Desvio Padrão		0,031899	-	-	-	0,032408
Coeficiente de Variação (%)		4,7034	-	-	-	4,0829

Fonte: O Autor (2018)

Nota: Os corpos de prova ensaiados estavam com o teor de umidade de 13,38%.

Os valores de densidade básica variaram de 0,6320 a 0,7194 g/cm<sup>3</sup>, uma variação baixa, atestando que as amostras eram uniformes. Além disso, a densidade aparente variou entre 0,7430 a 0,8655 g/cm<sup>3</sup>. Rosa et al. (2016), que utilizaram adesivos diversos (EPI, MUF, PVAc e RF, em quantidades variando entre 150 a 425 g/cm<sup>3</sup>) mensuraram a densidade básica do BLC fabricado com diferentes adesivos e tratamentos e apresentaram a média da densidade

básica do BLC tratado em água como sendo  $0,65 \text{ g/cm}^3$ , valor muito semelhante ao encontrado nos ensaios realizados nesta pesquisa. Porém, se comparar aos resultados obtidos por Pereira (2006), que utilizou adesivo tipo PVA, a densidade aparente fica ligeiramente abaixo, já que este autor apresenta a densidade aparente na faixa de  $0,79 \text{ g/cm}^3$ . Uma possível explicação é por conta do tipo de tratamento utilizado, a quantidade e o tipo de adesivo, além da posição de onde foram retiradas as lâminas (por conta da distribuição dos feixes de fibras).

### 5.2.3 Estabilidade dimensional

Foram verificados três aspectos quanto à estabilidade dimensional do BLC: variação das dimensões quando da retração, quando do inchamento e quanto à variação volumétrica dos corpos de prova nas duas situações. Os valores são apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7 – Valores de variação dimensional relacionados com a densidade do BLC**

CP	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )		Retração (%)			Inchamento (%)			Variação Volumétrica (%)	
	$\rho_{bas}$	$\rho_{ap}$	Axial	Radial	Tang.	Axial	Radial	Tang.	$\Delta V_{sat}$	$\Delta V_{seca}$
1	0,6350	0,7545	0,391	2,961	4,831	0,392	3,051	4,020	8,009	8,706
2	0,6875	0,7810	0,390	3,630	5,036	0,391	3,767	5,303	8,840	9,698
3	0,7342	0,8589	0,196	3,311	4,578	0,196	3,425	4,798	7,919	8,599
4	0,6718	0,7858	0,585	2,951	3,865	0,588	3,041	4,020	7,247	7,813
5	0,7097	0,8263	0,488	3,595	4,348	0,490	3,729	4,545	8,236	8,975
6	0,6561	0,7668	0,390	2,606	5,392	0,391	2,676	5,699	8,217	8,952
7	0,6570	0,7723	0,390	3,289	3,865	0,391	3,401	4,020	7,390	7,979
8	0,6843	0,8164	0,293	2,773	5,450	0,294	2,852	5,764	8,341	9,100
9	0,7194	0,8320	0,390	3,311	5,097	0,391	3,425	5,371	8,597	9,406
10	0,7018	0,8158	0,391	2,451	5,314	0,392	2,513	5,612	7,996	8,690
11	0,6505	0,7624	0,195	3,642	3,922	0,196	3,780	4,082	7,602	8,227
12	0,7531	0,8655	0,196	2,303	5,060	0,196	2,357	5,330	7,428	8,024
13	0,6320	0,7528	0,390	2,824	4,327	0,391	2,906	4,523	7,391	7,981
14	0,6566	0,7733	0,292	3,289	5,489	0,293	3,401	5,808	8,865	9,728
15	0,6626	0,7762	0,487	2,295	5,392	0,489	2,349	5,699	8,014	8,712
16	0,6742	0,7946	0,292	3,448	4,878	0,293	3,571	5,128	8,427	9,202
17	0,6828	0,7915	0,390	2,961	4,634	0,391	3,051	4,859	7,818	8,481
18	0,6989	0,8158	0,585	2,951	5,085	0,588	3,041	5,357	8,424	9,199
19	0,7177	0,8318	0,390	3,130	4,348	0,391	3,231	4,545	7,703	8,346
20	0,6787	0,7962	0,389	2,970	4,623	0,391	3,061	4,847	7,816	8,479
21	0,6842	0,7963	0,390	2,815	5,085	0,391	2,896	5,357	8,116	8,833
22	0,6373	0,7579	0,390	3,140	4,796	0,391	3,242	5,038	8,146	8,868
23	0,6501	0,7823	0,390	3,300	6,459	0,391	3,413	6,905	9,899	10,987
24	0,6417	0,7430	0,196	3,560	4,668	0,196	3,691	4,897	8,242	8,982
Média Aritmética (%)		0,370	3,063	4,856	0,371	3,161	5,064	8,112	8,832	
Desvio Padrão		0,0010	0,0039	0,0058	0,0011	0,0041	0,0068	0,0057	0,0068	
Coeficiente de Variação (%)		0,2838	0,1260	0,1200	0,2848	0,1297	0,1343	0,0701	0,7670	

Fonte: O Autor (2018)

Nota: Os corpos de prova ensaiados estavam com o teor de umidade de 13,38%.

O comportamento de estabilidade dimensional do BLC é bem semelhante ao de outros materiais lignocelulósicos. Com os resultados expressos anteriormente, pôde-se notar que as variações dimensionais na direção axial são desprezíveis ( $\varepsilon_1 < 1,0\%$ ). Já as variações nas outras duas direções apresentam valores próximos e são igualmente mais importantes. Observa-se também que, de modo análogo às madeiras, a variação na direção radial, na ordem de 3% foi menor que na direção tangencial (na ordem de 4 a 6%). E, a variação volumétrica média foi na ordem de 8 a 9%, como relatado por Pereira e Beraldo (2007).

Destaca-se ainda que os valores médios das variações nas direções e variações volumétricas são inferiores aos valores estabelecidos para madeiras (6% na direção radial, 10% na direção tangencial e mais de 10% para variação volumétrica). Apresentar uma baixa variação volumétrica diminui a probabilidade do surgimento de trincas, empenamentos, encanoamentos, torcimentos, abertura de juntas nas emendas e outros defeitos que surgem nos processos de secagem.

#### 5.2.4 Compressão paralela às fibras

Para a determinação da resistência a compressão paralela às fibras do BLC, foram ensaiados dezoito corpos de prova. Os resultados são apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8** – Valores da resistência a compressão paralela às fibras do BLC

CP	A (mm <sup>2</sup> )	F <sub>c,0 MÁX</sub> (N)	f <sub>c,0</sub> (MPa)
1	600	39.910	66,52
2	600	42.169	70,28
3	600	48.347	80,58
4	600	42.953	71,59
5	600	44.914	74,86
6	600	41.090	68,48
7	600	44.326	73,88
8	600	45.797	76,33
9	600	45.013	75,02
10	600	45.601	76,00
11	600	46.189	76,98
12	600	44.522	74,20
13	600	43.640	72,73
14	600	43.934	73,22
15	600	47.955	79,92
16	600	43.051	71,75
17	600	47.072	78,45
18	600	49.916	83,19
Média Aritmética		44.800	74,67
Desvio Padrão		2.482,8042	4,1380
Coeficiente de Variação (%)		5,54	5,54

Fonte: O Autor (2018)

Nota: Os corpos de prova ensaiados estavam com o teor de umidade de 13,38%.

O valor médio da resistência à compressão paralela às fibras obtida (74,67 MPa) se encontra pouco acima do valor médio apresentado por Pereira (2006), correspondendo a 65,5 MPa. Contudo, supera em quase 50% se confrontado com os obtidos por Rivero (2003), entre 30 a 40 MPa. É necessário ressaltar o exposto por Pereira e Beraldo (2007): a qualidade da linha de colagem influencia sobremaneira nos resultados de resistência mecânica. Devido à espessura pequena das taliscas de bambu, é preciso que a colagem seja feita em várias etapas, o que tem o potencial de prejudicar o desempenho. Lapo e Beraldo (2008) também evidenciam o cuidado no processo de colagem, pois obtiveram resistências variando de 42,6 a 72,4 MPa.

Destaca-se também os elevados resultados apresentados por Nordim et. al (2005), que atingiram a ordem de 200 MPa para BLC fabricados com colmos com 2 anos de idade e 180 MPa para os fabricados com colmos com 4 anos de idade.

### 5.2.5 Cisalhamento na lâmina de cola

Para a determinação da resistência ao cisalhamento na lâmina de cola, foram ensaiados doze corpos de prova numa prensa universal Emic DL30000N. Os resultados são apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9** – Valores da resistência ao cisalhamento na lâmina de cola do BLC

CP	A <sub>gv,0</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>V0,MÁX</sub> (N)	f <sub>gv,0</sub> (MPa)
1	2400	16.360	6,817
2	2400	22.310	9,296
3	2400	18.650	7,771
4	2400	14.030	5,846
5	2400	20.950	8,729
6	2400	20.710	8,629
7	2400	17.600	7,333
8	2400	13.580	5,658
9	2400	17.420	7,258
10	2400	24.370	10,154
11	2400	20.880	8,700
12	2400	18.290	7,621
Média Aritmética		18.762,5	7,81
Desvio Padrão		3.102,51	1,29
Coeficiente de Variação (%)		16,35	16,35

Fonte: O Autor (2018)

Nota: Os corpos de prova ensaiados estavam com o teor de umidade de 13,38%.

Os valores obtidos de resistência na lâmina da cola são elevados, se comparados com os resultados obtidos por Rivero (2003), na faixa de 4,60 MPa. Porém, bem semelhantes aos resultados de Wethyavivorn, Inpon e Kulsuwan (2002), que foram na faixa de 7,5 MPa. Também atende o esperado, de acordo com os resultados de Lapo e Beraldo (2008), que variaram de 6 a 17 MPa.

### 5.3 PROPRIEDADES MECÂNICAS CORRELACIONADAS

Devido ao fato da usinagem de boa parte das taliscas não ter sido possível, fato mencionado anteriormente, a pesquisa ficou limitada quanto ao número de amostras. Assim sendo, foi estabelecido que os dados de caracterização mecânica que não fossem possíveis de se obter experimentalmente seriam relacionados com trabalhos já publicados nesta temática.

Tomando como base o trabalho publicado por Sharma *et. al* (2014): “Bambu engenheirado: estado da arte”, a seguir é proposta uma atualização da Tabela 4, porém tendo como foco apenas trabalhos em que a espécie de bambu utilizada foi o *Dendrocalamus giganteus* e, com relação à norma utilizada, a ABNT NBR 7190:1997 e adaptações. O resultado da pesquisa é sintetizado na Tabela 10.

**Tabela 10** – Síntese dos resultados de propriedades do BLC – *Dendrocalamus giganteus*

Autor (es)	Adesivo	Método Laminação	Tx de Adesivo (g/cm³)	U <sub>inicial</sub> (%)	ρ <sub>ap</sub> (kg/m³)	f <sub>c,0</sub> (MPa)	τ <sub>0</sub> (MPa)	MOR (MPa)	MOE (GPa)
Autor (2018)	PU mamona	Fixado	440	13,38	793,7	63,11	7,81 (cola)	-	-
Rivero (2003)	PRF, UF	Prensagem hidráulica	-	8 – 13	540	33-37	20	69-72	5,71
Nogueira (2008)	PVA, Adespec	Fixado	-	12	750	-	10	58-65	7,8-11,2
Lapo e Beraldo (2008)	PU mamona	Prensagem hidráulica	-	-	590-750	42,6-72,4	-	121,4	18,4
Paes <i>et al.</i> (2009)	PVA, PRF	Prensagem hidráulica	500	12	680-760	40,74	-	89,3	4,3-9,6
Rosa <i>et al.</i> (2014)	EPI, MUF, PVAc, RF	Prensagem hidráulica	150-425	12	-	59	1,11-4,79	-	13,5-14,5
Lima (2013)	PVA, RF	Fixado	-	-	770	97-100	7-8	-	-

Fonte: O Autor (2018)

De acordo com os resultados apontados, o BLC resultante do presente estudo se encontra dentro do esperado, quanto às suas propriedades mecânicas. O BLC produzido e estudado por Lapo e Beraldo (2008) é o que mais se assemelha ao desta pesquisa em espécie de bambu, adesivo escolhido e procedimentos normativos de ensaios. Um ponto interessante é o estudo efetuado por Nogueira (2008), que realizou parte dos estudos com BLC produzido com um adesivo com princípios sustentáveis, o Adespec. A etapa de caracterização do BLC, juntamente com outras bibliografias, corrobora com o potencial do uso deste material em edificações.

#### 5.4 ACEITAÇÃO CULTURAL DO BLC

Tendo demonstrado o potencial técnico do BLC para aplicação em edificações, houve ainda a necessidade de verificar a aceitação do material por parte de profissionais especificadores, particularmente daqueles que atuam no noroeste do Paraná. O público-alvo da pesquisa foram profissionais atuantes nas áreas da construção e decoração: arquitetos, engenheiros civis, *designers* de interiores, técnicos e tecnólogos das áreas, entre outros. Contudo, os arquitetos são os que melhor representam as classes dos especificadores, podendo atuar desde a fase de projeto até a execução das edificações, focando não só na funcionalidade como também na estética.

O Brasil conta com aproximadamente 157,5 mil arquitetos registrados no Conselho de Arquitetura e Urbanismo – CAU, conforme pesquisa realizada no dia 22/04/2018. O Estado do Paraná possui aproximadamente 12,5 mil. A região noroeste do Paraná (Figura 36) conta com 501 profissionais, distribuídos em 61 municípios. O número de arquitetos, em cada cidade, é apresentado na Tabela 11.

**Figura 36 - Delimitação da Região Noroeste do Estado do Paraná**



Fonte: <https://goo.gl/ZEokuw>

De acordo com as informações do CAU (2018), as cidades de Alto Paraíso, Diamante do Norte, Esperança Nova, Francisco Alves, Inajá, Jardim Olinda, Mirador, Nova Aliança do Ivaí, Paranapoema, Planaltina do Paraná, Porto Rico, Querência do Norte, Santa Izabel do Ivaí, Santo Antônio do Caiuá, São Carlos do Ivaí, São João do Caiuá, São Manoel do Paraná, São Pedro do Paraná e Xambrê não possuem arquitetos registrados no conselho de classe.

A pesquisa foi divulgada para os profissionais através de meios eletrônicos (correio eletrônico, mensagens em aplicativos e divulgação em redes sociais). Notou-se que algumas das respostas vieram de pessoas que não foram contatadas diretamente, demonstrando que provavelmente a pesquisa também foi compartilhada pelos profissionais.

**Tabela 11** – Número de arquitetos distribuídos nas cidades do noroeste do Paraná

Cidade	Nº de Arquitetos	Cidade	Nº de Arquitetos	Cidade	Nº de Arquitetos
Alto Paraná	4	Indianópolis	3	Paranavaí	84
Alto Piquiri	3	Iporã	14	Perobal	2
Altônia	7	Itaúna do Sul	1	Pérola	2
Amaporã	1	Ivaté	2	Rondon	2
Brasilândia do Sul	2	Japurá	2	Santa Cruz de Monte Castelo	1
Cafezal do Sul	2	Jussara	2	Santa Mônica	1
Cianorte	66	Loanda	8	São Jorge do Patrocínio	3
Cidade Gaúcha	6	Maria Helena	2	São Tomé	2
Cruzeiro do Oeste	10	Marilena	1	Tamboara	2
Cruzeiro do Sul	1	Mariluz	3	Tapejara	6
Douradina	4	Nova Londrina	2	Tapira	3
Guairaçá	1	Nova Olímpia	6	Terra Rica	2
Guaporema	3	Paraíso do Norte	9	Tuneiras do Oeste	3
Icaraíma	2	Paranacity	4	Umuarama	218

Fonte: CAU (2018)

A pesquisa de opinião deu-se por meio de formulário eletrônico hospedado na plataforma *Google Forms*. A seguir, serão apresentadas e discutidas as informações obtidas através deste formulário, que recebeu respostas do dia 21 de junho de 2018 ao dia 22 de julho de 2018. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (COPEP/UEM), com Certificado de Apresentação para Apreciação, Ética: 90563318.3.0000.0104. O parecer do COPEP/UEM encontra-se no ANEXO A.

Durante o período supracitado foram recebidos 182 formulários-resposta, o equivalente a 36,33% de profissionais arquitetos atuantes na região. Vale lembrar que o

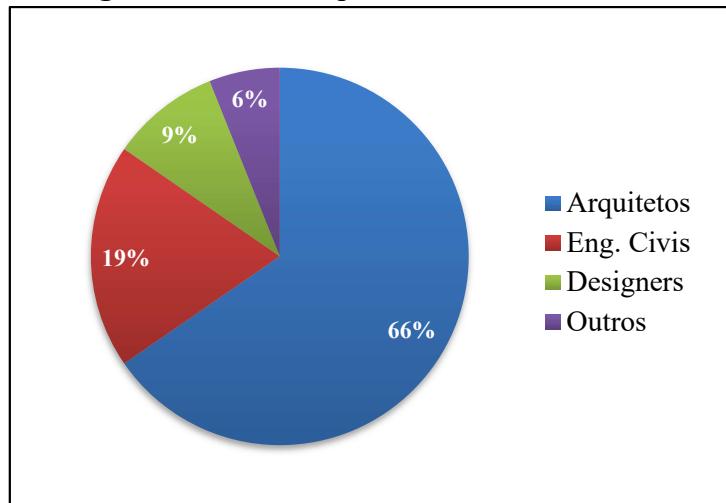
formulário se encontra, na íntegra, no APÊNDICE A deste trabalho. E, para melhor entendimento, a pesquisa foi dividida em três partes: caracterização da população, opinião sobre o BLC e dúvidas e comentários.

#### 5.4.1 Caracterização da População

No quesito de caracterização da população, a mesma será quanto: a formação acadêmica, o nível de carreira, a cidade onde atua, os projetos que realizam e os materiais de preferência, quando da especificação para projetos. Essas informações foram importantes a fim de verificar o tipo de profissional que atua na região noroeste do Paraná, seu nicho de mercado e preferências.

Quanto à área de formação, os entrevistados eram arquitetos, engenheiros civis, designers de interiores e outras formações (tecnólogos em construção civil, docentes, biólogos, entre outros), conforme ilustra a Figura 37.

**Figura 37 – Classes profissionais entrevistadas**



Fonte: O Autor (2018)

A grande maioria dos entrevistados possui formação em arquitetura e urbanismo (66%), seguidos de engenheiros civis (19%), designers de interiores (9%) e outras formações (6%). Não foram descartadas as respostas dos profissionais de áreas diversas, pois os mesmos atuam como consultores de decoração e/ou trabalham com decoração. Essas respostas são válidas, pois na região ainda é comum que o cliente procure diretamente o lojista para adquirir revestimentos e outros produtos decorativos.

Outro fator avaliado é o nível de carreira (tempo de atuação profissional) e de formação acadêmica. A justificativa destes dados é poder compreender se o fato de um profissional estar presente no mercado influencia ou não as escolhas do mesmo para seus projetos. Verificou-se que 70,33% dos entrevistados estão no mercado há menos de 5 anos (nível júnior/*trainee*), junto de 13,19% que estão entre 5 a 10 anos (nível pleno) e 16,48% que estão presentes há mais de 10 anos (nível sênior).

Quanto à formação acadêmica, 62,09% dos entrevistados possuem somente graduação, 30,22% especialização, 6,59% mestrado e 1,10% doutorado. Esses dados são coerentes com os de nível de carreira, porém é perceptível que parte dos profissionais não se contenta em ter apenas o curso de graduação, mas buscam sua qualificação e atualização, haja vista que pouco mais de um terço dos profissionais ingressaram na educação continuada.

No tocante às cidades de atuação profissional, os profissionais que responderam ao questionário estão distribuídos conforme indicado na Tabela 12.

**Tabela 12 - Número de participantes por cidade**

Cidade	Nº de entrevistados atuantes	Percentual representativo (%)	Cidade	Nº de entrevistados atuantes	Percentual representativo (%)
Alto Paraná	1	0,55	Loanda	1	0,55
Alto Piquiri	3	1,65	Maria Helena	1	0,55
Altônia	4	2,20	Nova Olímpia	1	0,55
Cianorte	26	14,30	Paraíso do Norte	2	1,10
Cidade Gaúcha	2	1,10	Paranavaí	21	11,50
Cruzeiro do Oeste	6	3,30	Perobal	1	0,55
Douradina	1	0,55	Pérola	1	0,55
Guapórema	1	0,55	São Jorge do Patrocínio	1	0,55
Icaraíma	1	0,55	Tapejara	1	0,55
Iporã	7	3,85	Tapira	1	0,55
Ivaté	1	0,55	Umuarama	98	53,85

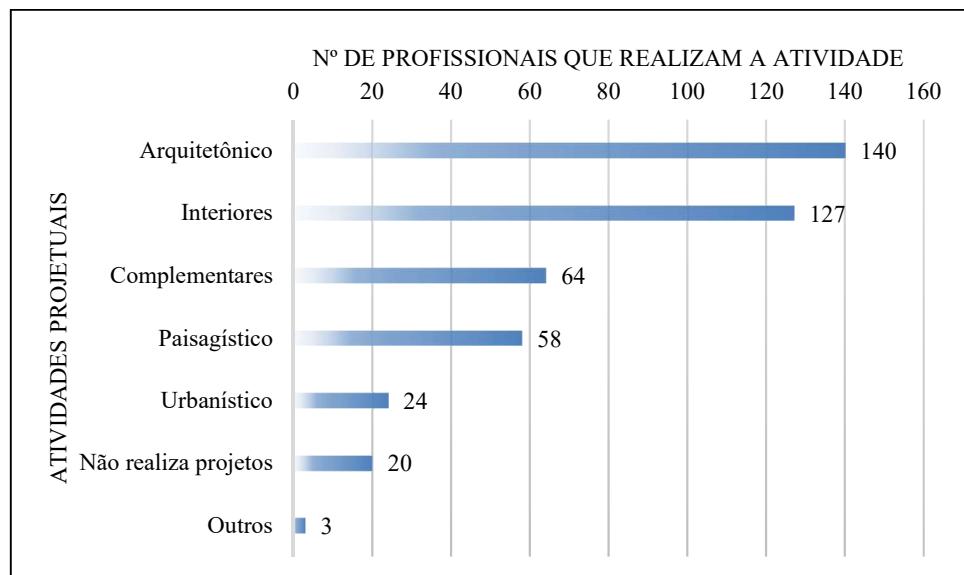
Fonte: O Autor (2018)

O número de respostas recebidas é equivalente à previsão do número de profissionais que atuam nas cidades elencadas na Tabela 12. Observa-se que as cidades com o maior número de representantes são Umuarama, Cianorte e Paranavaí (em ordem decrescente). Ressalta-se também que o número de respostas provenientes da cidade de Umuarama se deve

ao fato do pesquisador residir nesta cidade e ter contato mais próximo com estes profissionais. Observou-se também a representatividade de sete das dez cidades vizinhas à Umuarama. Este fato se justifica pela união destes profissionais por meio de associações e núcleos profissionais estabelecidos em Umuarama.

A especificação de um dado material de construção se dá por meio de projetos, que neste caso, são divididos em classes: projeto arquitetônico, projeto de *design* de interiores, projetos complementares (estrutural, fundações, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas e outros), projeto paisagístico e projetos de urbanismo. As atividades realizadas pelos profissionais que responderam ao questionário são identificadas na Figura 38. Ressalta-se o fato de que alguns profissionais não realizam projetos, atuando somente com consultorias técnicas ou execução de obras. Além disso, há outras atividades que os mesmos realizam e que não são classificados nesta pesquisa como projetuais, tais como: orçamento, planejamento de obras, fiscalização, atividades ligadas ao ensino, etc. Neste item, cada profissional pode assinalar mais de uma alternativa.

**Figura 38** – Atividades projetuais realizadas pelos profissionais participantes



Fonte: O Autor (2018)

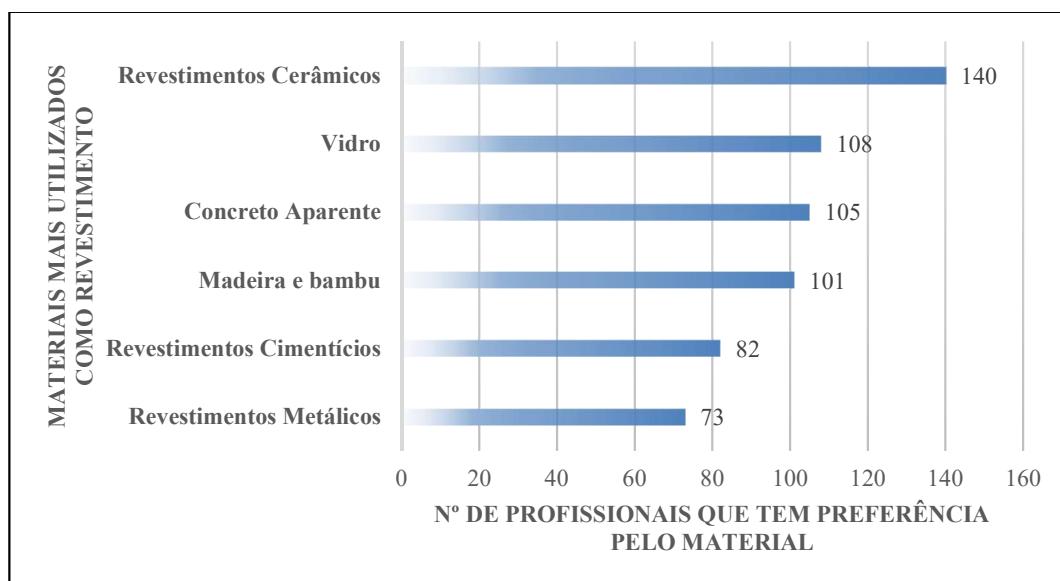
Sabendo-se que a maioria dos profissionais entrevistados são arquitetos, era esperado que as atividades diretamente ligadas a estes profissionais fossem as que mais são realizadas, ou seja, o projeto arquitetônico. Essa circunstância é favorável à pesquisa, pois é no projeto arquitetônico e no *design* de interiores que ocorre a especificação materiais de revestimento e

se estabelecem os materiais que serão utilizados nas estruturas das edificações, a partir do sistema estrutural recomendado.

Em relação aos materiais de revestimento que possuem preferência durante a fase de especificação dos projetos, os profissionais puderam indicar quais eram aqueles recomendados com maior frequência, conforme ilustra a Figura 39.

Constatou-se que o material mais sugerido pelos profissionais é o revestimento cerâmico. Uma possível justificativa é pela cultura que o material cerâmico conquistou no país. Ainda assim, pode-se observar que a madeira e o bambu têm oportunidades de especificação para pouco mais da metade dos profissionais entrevistados. Essa é uma oportuna informação, já que é de amplo interesse o uso de materiais sustentáveis em edificações.

**Figura 39** – Materiais preferenciais no uso em revestimentos



Fonte: O Autor (2018)

Após estas perguntas, o participante foi redirecionado a um vídeo informativo, elaborado pelo autor, com a finalidade de apresentar o BLC, sua fabricação e vantagens de uso e aplicação. O vídeo pode ser acessado através deste link: <https://goo.gl/2HTKUs>.

#### 5.4.2 Opinião do profissional sobre o BLC

Logo após assistir ao vídeo informativo, o participante respondeu, em forma de conceito gradual de zero a cinco, sua opinião quanto ao interesse pelo BLC, sendo 0 (zero) para “nada interessante” e 5 “muito interessante”.

Nenhum dos participantes conceituou o BLC com conceitos 0, 1 ou 2, os quais representam a falta de interesse pelo material. Apenas 4% conceituaram “3”, 20% conceituaram “4” e a grande maioria dos entrevistados (76%) conceituaram “5”, indicando muito interesse no BLC.

Quando questionados quanto aos motivos desse interesse, os mesmos dissertaram sobre:

- Ser um material sustentável: 165 pessoas
- Estética agradável: 147 pessoas
- Inovação: 116 pessoas
- Ser tendência: 72 pessoas
- Versatilidade: 136 pessoas
- Não atrai: 1 pessoa
- Outro: 3 pessoas

Os outros temas dissertados pelos participantes versaram sobre o impacto do material na indústria da construção civil e a dificuldade de se encontrar o BLC em comercialização na região. A seguir, são apresentados alguns comentários feitos pelos participantes. O Participante n.049 comenta acerca da cultura de aceitação regional e o potencial do presente trabalho no impacto da mesma:

As confecções na área da construção utilizando o bambu além de ter beleza estética, é um material que é durável, resistente e sustentável. O que dificulta a utilização dele na construção é a cultura que temos. Com este estudo é possível aumentar a cultura do país e agregar valor na construção através de um material tão simples e nobre (PARTICIPANTE n.049).

O Participante n.072 tece um comentário quanto ao uso do BLC e seu notável interesse em saber mais sobre sua utilização e empresas fornecedoras:

Nota máxima pelo conceito sustentável, estética e conforto visual e espacial que esse material aplicado nas edificações aparenta. A leveza visual das formas orgânicas são de suspirar! Tenho curiosidades de saber mais sobre a tecnologia de fabricação, disposição de empresas nível Brasil e regional e viabilidade de custos de nós profissionais especificar o material adequando ao custo do cliente. Parabéns, aguardo o retorno da pesquisa! Interessantíssimo! (PARTICIPANTE n.072).

Em contrapartida, o Participante n.050 descreve sua preocupação quando da especificação do BLC: “O material é muito bonito, tem muitas vantagens, mas é pouco conhecido ainda, principalmente na nossa região, talvez possa haver dificuldade para encontrar mão de obra para trabalhar com o material”. Outra dificuldade é expressa pelo Participante n.068:

Muito interessante para os usos tanto estéticos como estruturais. O que determinará o uso em grande escala será o custo unitário. Assim como aconteceu com o MDF, MDP e aglomerados. Na minha infância, convivi com móveis e casas em madeira maciça, na faculdade estudei o MDF e MDP como materiais do futuro, quando cheguei no mercado vi toda a transição de perto e chegando hoje na extrema dificuldade para encontrar alguém que faça móveis de madeira e consequente alto custo (PARTICIPANTE n.068).

A partir dos conceitos de interesse expressos pelos participantes e dos comentários por eles feitos, é perceptível que o BLC encanta com sua beleza estética, encoraja o uso devido ao seu potencial sustentável, mas causa receio pela falta de informação.

Com o objetivo de corroborar com as respostas enviadas, foi perguntado se esta pesquisa foi o primeiro contato que o participante teve com o BLC. E, como esperado, a grande maioria (75,27%) nunca havia tido contato com informações sobre o material. Isso só reforça o fato de que, para o aumento do uso do BLC em edificações, há a necessidade de ampla divulgação das informações técnico-científicas. Já os profissionais que tiveram contato com o BLC antes da pesquisa, dois terços obtiveram informação em universidades, e os demais por meio das redes sociais e visitas a feiras/construções. Essa constatação confirma o importante papel da universidade na disseminação de informação de novas tecnologias.

#### **5.4.3 Principais dúvidas e comentários relevantes**

Finalmente, foi dado espaço a cada participante para expor suas dúvidas e comentários que gostaria de fazer quanto à pesquisa e o BLC. Propositalmente, não foi abordado no vídeo dados referentes a empresas fornecedoras, custo do material, mão de obra especializada e desvantagens quanto ao uso e manutenção de peças à base de BLC. Então, são expostas neste item as perguntas mais frequentes e os comentários mais relevantes.

##### **a) “Esse material é fabricado no Brasil? Qual é o custo?” – Participante n.001**

Infelizmente não há informações quanto à fabricação de BLC brasileiro em escala comercial. Atualmente a produção se encontra apenas em esferas acadêmicas para fins de pesquisa. Por ainda não ser fabricado no Brasil, o preço de custo do BLC é incerto.

##### **b) “Gostaria de saber onde encontrar fornecedor de bambu para elementos da arquitetura e se há padronização ou catálogos para especificação técnica.” – Participante n.006**

Ainda não há padronização do uso do bambu para elementos da arquitetura nacional. Porém uma normativa está em processo de escrita. Há várias empresas que trabalham com o bambu em sua geometria natural e “meia cana”, porém não foi encontrada nenhuma empresa que fabrique bambu laminado colado.

**c) “Este material já é comercializado no Brasil?” – Participante n.027**

Há algumas empresas no sul e sudeste brasileiros que são importadoras de revestimentos em bambu. Existem empresas que comercializam o revestimento em placas maciças e lâminas.

**d) “Ele oferece proteção acústica ou térmica? Resistência ao sol ou precisa ser aplicado algum produto para proteção?” – Participante n.049**

Acredita-se que as propriedades do bambu são bem semelhantes às da madeira. Segundo Toledo (2013), o BLC apresenta boas propriedades termo-acústicas. Com relação à proteção de raios UV, o bambu necessita ser tratado de maneira específica para uso com altas intensidades de exposição solar para garantir sua durabilidade.

**e) “Qual a variedade de cores e acabamentos?” – Participante n.066**

Sem o uso de pigmentos, é possível alterar a coloração do BLC através de tratamentos em altas temperaturas. Os tons variam de marrom-amarelado a preto, conforme Figura 40.

**Figura 40** – Variação da coloração de taliscas de bambu por tratamento térmico



Fonte: Colla (2010)

O acabamento pode ser feito por enceramento ou aplicação de vernizes.

**f) “Como funciona o projeto, precisa de algum detalhamento específico?” –  
Participante n.146**

Como todo projeto, há necessidade de detalhamento particular. Se o BLC for utilizado como revestimento, é necessário o detalhamento de modelo e paginação, além de fornecer um manual de uso e manutenção ao usuário. Caso o BLC for utilizado em elementos estruturais, há a necessidade de se especificar a espécie de bambu, tipo de cola, método de tratamento e colagem das taliscas, arranjo das taliscas, dimensões dos elementos estruturais, ligações e montagem das peças. O projeto é semelhante ao de madeira laminada colada.

Para complementar, abaixo são transcritos os comentários mais relevantes feitos pelos participantes.

“(...) Na nossa área da construção civil precisamos sair da ‘mesmice’ e surpreender nossos clientes, creio que esse material veio para inovar. Gostei muito de conhecer os tipos de aplicações do BLC e com certeza se tiver oportunidade especificarei nos meus projetos.” (PARTICIPANTE n.001).

“Espero vê-lo no mercado mais próximo da nossa região para conhecer todas as suas características e viabilidade conforme suas aplicações, assim espero associar o material em alguma situação de projeto.” (PARTICIPANTE n.040).

“Eu já conhecia a madeira laminada colada e era admiradora de suas possibilidades, o bambu laminado colado parece ser ainda mais atraente! Com certeza especificaria este material, dependendo do custo, é claro!” (PARTICIPANTE n.090).

Expostos e discutidos os resultados, e com o objetivo de compreender o panorama da pesquisa, foi elaborado uma matriz SWOT (Quadro 3). Esta ferramenta foi utilizada com o objetivo de visualizar o uso do BLC na região noroeste do Paraná sob quatro quadrantes e vislumbrar os cenários: pontos fortes (*Strengths*) e fracos (*Weaknesses*) que surgem da análise do material em si, e as oportunidades (*Opportunities*) e ameaças (*Threats*) que surgem da análise da perspectiva externa. Além disso, a compreensão desses fatores, faz com que potenciais pesquisadores, e até mesmo investidores, consigam avaliar o BLC de modo mais ponderado e favorecer-se do mesmo.

**Quadro 3 - Matriz SWOT para análise de cenário na inserção do BLC no noroeste do Paraná**

<b>PONTOS FORTES</b>	<b>PONTOS FRACOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresenta boas propriedades físico-mecânicas;</li> <li>• Possui notável apelo estético;</li> <li>• Versátil nas aplicações em edificações;</li> <li>• Possibilidade de utilizar adesivos não-prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausência de ferramentas apropriadas para fabricação;</li> <li>• Propenso ao ataque de agentes xilófagos, se não tratado de maneira correta.</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMEAÇAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crescimento da aceitação e uso de materiais sustentáveis, por consumidores mais conscientes;</li> <li>• Potencial de substituir outros materiais no sistema estrutural de edificações;</li> <li>• Criação recente de políticas que incentivam o cultivo do bambu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisas nacionais ainda em fase embrionária;</li> <li>• Ainda não há indústrias brasileiras especializadas;</li> <li>• Inexistência de normas técnicas nacionais específicas para o uso do BLC em construções;</li> <li>• Receio de parte dos profissionais na especificação do material.</li> </ul>

Fonte: O Autor (2018)

Mesmo o BLC apresentando várias vantagens, a qualidade de sua fabricação é um ponto importante para que o material seja durável. Por conta disso, há a necessidade de investimentos na infraestrutura de indústrias, com ferramentas e maquinário específico para o processamento dos colmos de bambu. Buscar informações, e até mesmo inspirações, fora do Brasil é importante para alcançar êxito neste quesito.

Com o aumento de consumidores que se preocupam com o meio ambiente, os materiais sustentáveis ganham oportunidade de escolha. E, com a criação da PNMCB, o cultivo e manejo do bambu para fins comerciais tende a crescer. Por esses motivos é primordial o investimento em pesquisas com BLC, voltadas à sua efetiva implantação no mercado da construção: melhoria do processo produtivo, desenvolvimento de práticas aplicáveis à escala fabril, e viabilidade de implantação de indústrias especializadas.

Como evidenciado nesta pesquisa, parte do receio dos profissionais em especificar o BLC em seus projetos é a falta de informação e de normas técnicas. Contudo é notável o interesse no desenvolvimento deste material por parte da comunidade científica, além de que, atualmente, a norma da estruturas em bambu está em desenvolvimento.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho traz contribuição no levantamento de técnicas manuais e sustentáveis para a confecção de bambu laminado colado. Após fabricado, sua caracterização físico-mecânica possibilitou a comparação com outros trabalhos que utilizaram o *Dendrocalamus giganteus* como espécie escolhida e até mesmo o adesivo poliuretano à base de óleo de mamona. Ainda assim, buscando compreender a cultura e aceitação do BLC, a pesquisa de opinião reforça o quanto importante é a divulgação de informações técnico-científicas para a utilização deste material em edificações na região noroeste do Paraná.

A fabricação do BLC teve vários obstáculos, tanto por falta de mão de obra especializada, quanto por maquinários adequados para trabalhar com bambu. Devido à falta de padronização na composição do BLC, muitas vezes a confecção se tornava vagarosa. Após a fabricação, pôde-se verificar que há alguns pontos em que é necessário aprimoramento, afim de acelerar o processo produtivo do material.

Os ensaios realizados, obtiveram bons resultados. Quanto às propriedades físicas, o BLC apresentou densidade aparente próxima a de outros estudos ( $0,79 \text{ g/cm}^3$ ) e variação dimensional menor que o estipulado para madeiras (3%, 5% e 8% para variação radial, tangencial e volumétrica, respectivamente).

Com relação às propriedades mecânicas, a partir dos ensaios de compressão paralela às fibras obteve-se a resistência média de 74,67 MPa, valor próximo ao da resistência à compressão paralela às fibras do Ipê (*Tabebuia serratifolia*), que corresponde a 76 MPa, segundo o Anexo E da ABNT NBR 7.190 (1997). Além disso, o adesivo poliuretano à base de óleo de mamona teve boa aderência ao substrato e se comportou dentro do esperado.

Já a pesquisa de opinião, realizada *online*, auxiliou na compreensão das preferências projetuais dos profissionais do noroeste paranaense. Mesmo apresentando tantas vantagens, o BLC ainda tem resistência por parte dos especificadores, pois não há uma vasta divulgação dos benefícios do material, além de que não há fabricantes do mesmo no Brasil, elevando o custo do BLC e muitas vezes prejudicando sua aplicação em edificações.

Por fim, a realização deste trabalho permitiu concluir que o BLC tem grande potencial em aplicações nas edificações, mas ainda há necessidade de que a cultura de sustentabilidade e inovação seja enraizada junto aos profissionais atuantes na área de construção civil da região.

## 6.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, sugere-se que se estude a melhoria do processo produtivo de BLC, afim de torná-lo mais exequível. Indica-se ainda o estudo de implantação de uma indústria de BLC no noroeste paranaense.

No tocante à melhoria do material, um estudo mais profundo quanto à interferência dos tratamentos preservativos nas propriedades de resistência do BLC se faz necessário. Além disso, testes para determinação da quantidade ótima de adesivo farão com que haja mais economia no processo produtivo.

Outra questão que pode ser abordada é a realização de experimentos de aceleração do envelhecimento do material, afim de constatar a durabilidade e eficiência da colagem.

## REFERÊNCIAS

ABREU, H. S.; NASCIMENTO, A. M.; MARIA, M. A. Lignin and structure. **Wood and Fiber Science**, v. 31, n. 4, p. 426-433, Oct. 1999.

AHMAD, M. **Analysis of Calcutta bamboo for structural composite materials**. Tese (Doutorado). Faculty of Virginia Polytechnics Institute and State University, Virginia, USA, 2000.

APUAMA. **Características**. Disponível em:

<<http://www.apuama.org/bambu/caracteristicas/>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

APUAMA. **Norma Brasileira para Estruturas de Bambu**. Disponível em: <<http://apuama.org/norma-brasileira-para-estruturas-de-bambu/>>. Acesso em 08 fev. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7190** – Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro, 1997.

AZAMBUJA, M. A. **Avaliação do adesivo poliuretano à base de mamona para fabricação de madeira laminada colada (MLC)**. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2002.

AZZINI, A.; BERALDO, A. L. **Métodos práticos para utilização do bambu**. Campinas: UNICAMP, 2001.

BAMBOO PHYLOGENY GROUP – BPG. An updated tribal and subtribal classification of the bamboos (Poaceae: Bambusoideae). **Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society**. v. 24, n.1, p. 1-10, 2012.

BAMBU BRASILEIRO. **Info Bambu** – plantio e morfologia. Disponível em: <<http://www.bambubrasileiro.com/info/plantio/7.html>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

BAMBU CARBONO ZERO. **Sobre Nós**. Disponível em: <<https://www.bambucarbonozero.com.br/sobre-nos/>>. Acesso em: 07 mai. 2018.

BANSAL, A.K.; PRASAD, T.R.N. Manufacturing laminates from sympodial bamboo – an Indian experience. **Journal of Bamboo and Rattan**, v.3, n.1, p.13–22. 2004.

BARBIERI, J. C. *et al.* Inovação e Sustentabilidade: Novos Modelos e Proposições. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 2, p.146-154, 2010.

BARDELLA, P. S.; CAMARINI, G. Desenvolvimento sustentável na construção civil. In. Seminário Internacional Ciência e Tecnologia na América Latina. A universidade como promotora do desenvolvimento sustentável. 3. 2006. **Anais....** Campinas: UNICAMP, 14, 15 set 2006.

BERALDO, A. L.; AZZINI, A.; **Bambu características e aplicações**. Rio Grande do Sul: Editora Agropecuária, 2004.

BERALDO, A. L.; AZZINI, A.; CASCARDO, C. R.; RIBEIRO, C. A. Desempenho de um dispositivo para efetuar o tratamento químico de colmos de bambu: avaliação por ultra-som. In. ENECS – Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. 3. 2003. **Anais....** São Carlos, SP. CD-ROM. 2003a.

BERALDO, A. L.; AZZINI, A.; GHAVAMI, K.; PEREIRA, M. A. R. Bambu: características e aplicações. In: FREIRE W. J. e BERALDO A. L. (Edit.) **Tecnologias e Materiais Alternativos de Construção**. Editora da Unicamp, 333 p. Cap. 9, p. 253-299, 2003b.

BRASIL. LEI Nº 12.484, DE 8 DE SETEMBRO DE 2011. **Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu**. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2011/lei-12484-8-setembro-2011-611401-publicacaooriginal-133564-pl.html>>. Acesso em 17 de jul. 2018.

CAMPOS, C. I.; LAHR, F. A. R. Estudo comparativo dos Resultados de Ensaio de Tração Perpendicular para MDF Produzido em Laboratório com Fibras de Pinus e de Eucalipto Utilizando Ureia-Formaldeído. **Revista Matéria**, v. 9, n. 1, p. 29-40, 2004.

CARDOSO JÚNIOR, M. L. **Recomendações para projeto de piso de bambu laminado colado** – BLC. 163 f. Dissertação (Mestrado em Produção e Gestão do Ambiente Construído) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

CARRASCO, E. V. M. **Ligações estruturais de madeiras por adesivo.** 431 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1984.

CARRASCO, E. V. M.; MOREIRA, L. E.; XAVIER, P V. **Bambu laminado e colado.** In: V ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. EBRALEM. **Anais...** Belo Horizonte, 1995.

CARVALHO, M. M. **Clima urbano e vegetação: estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas em Natal.** 288f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2001.

CASA & BAMBU. **Mapa de Florestas Comerciais de Bambu.** Disponível em: <<https://www.casaebambu.com/mapa-de-florestas-comerciais-de-bambu>>. Acesso em 01 mai. 2018.

CASAGRANDE JÚNIOR, E. F. Inovação tecnológica e sustentabilidade: possíveis ferramentas para uma necessária interface. **Educação & Tecnologia**, Curitiba, v. 8, p. 97-109, 2004.

CHAOWANA, P. Bamboo: An Alternative Raw Material for Wood and Wood-Based Composites. **Journal of Materials Science Research.** v. 2, p. 90-102, 2013.

CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. **Planejamento Estratégico:** fundamentos e aplicações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 440 p.

CHIING, F. D. K.; BINGGELI, C. **Arquitetura de Interiores Ilustrada.** Porto Alegre: Bookman, 2013.

CLAYTON-BARBOSA, A. Bioengenharia utilizando bambus em faixas para o controle de processos erosivos: uma análise qualitativa. **Polibotánica**, México, n. 33, p. 223-243, 2012.

COLLA, W. A. **Efeito do tratamento térmico nas características físicas e mecânicas do bambu (*Dendrocalamus giganteus munro*).** 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2010.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO – CAU. **Ache um arquiteto.** Disponível em: <<https://acheumarquiteto.caubr.gov.br/>>. Acesso em 22 Abr. 2018.

CORREAL, J.; RAMIREZ, F. Adhesive Bond performance in glue in line shear and bending for glued laminated Guadua bamboo. **Journal of Tropical Forest Science**, v.22, p. 433-439, 2010.

CORREAL, J.; RAMIREZ, F.; GONZALEZ, S.; CAMACHO, J. Structural behavior of glued laminated Guadua bamboo as a construction material. In. World Conference on Timber Engineering, 11. **Anais....** Trentino, Itália, 2010.

CORREAL, J.F.; LOPEZ, L.F. Mechanical properties of Colombian glued laminated bamboo. In: Modern Bamboo Structures (Xiao Y, Inoue M and Paudel SK (eds)). **CRC Press (Taylor and Francis Group)**, London, UK, p. 121– 128. 2008.

COTTA, M.K. *et al.* Análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de certificados de emissões reduzidas. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.969-979, 2006.

DE CONTI, A. C. **Resistência mecânica de juntas coladas em madeira de Eucalyptus sp.** 103 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica): UNESP. Guaratinguetá, 2011.

DELGADO, P. S. **O bambu como material eco-eficiente: caracterização e estudos exploratórios de aplicações.** 67f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais). Rede Temática em Engenharia de Materiais: UFOP-CETEC-UEMG. Ouro Preto, 2011.

FERRI, M.G.; MENEZES, N. L.; MONTEIRO, W. R. **Glossário ilustrado de botânica.** São Paulo: Nobel/Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo, 1981. 160 p.

FILGUEIRAS, T. S.; GONÇALVES, A. P. S. A checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil. **Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society.** v.18, n. 1, p.7-18. 2004.

FRANGI, A.; FONTANA, M.; MISCHLER, A. Shear behaviour of bond lines in glued laminated timber beams at high temperatures. **Wood Science and Technology.** v. 38, p. 119-126. 2004.

FREIRE, W.J.; BERALDO, A.L. **Tecnologias e materiais alternativos de construção.** Campinas: Ed. da UNICAMP, 2003. 319 p.

GANAPATHY, P. M. *et al.* **Bamboo Panel Boards a State-of-the-Art Review.** InternationalNetwork for Bamboo and Rattan, Beijing, China, Technical Report No. 12, 1999.

GHAVAMI, K.; HOMBEECK, R.V. Application of bamboo as a construction material. Part I- Mechanical properties & water - repellent treatment of bamboo, Part II- Bamboo reinforced concrete beams. In: Latin American Symposium on Rational Organization of Building Applied to Low Cost Housing, 1981, São Paulo. **Proceedings...**São Paulo: IPT/CIB, 1981. p. 49-66, v.1.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie Guadua angustifolia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, pp.107-114, 2005.

\_\_\_\_\_. **Propriedades Mecânicas dos Colmos dos Bambus das Espécies: Mosó e Guadua angustifolia para Utilização na Engenharia.** Rio de Janeiro: PUC-Rio. *Publicação RMNC-2 Bambu 02/2002*, 2002. p. 90.

GUILHERME, D. O.; RIBEIRO, N. P.; CEREDA, M. P. Cultivo, manejo e colheita do bambu. In: **Bambus no Brasil**: da biologia à tecnologia. Org. DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. Rio de Janeiro, Instituto Ciência Hoje 2017. 655 p. p. 28-41.

HARRIES, K. A.; SHARMA, B.; RICHARD, M. J. Structural use of full culm bamboo: the path to standardization. **International Journal of Architecture, Engineering and Construction**. v.1, n.2,p.66–75, 2013.

HENRIQUES DE JESUS, J. M. **Estudo do adesivo poliuretano à base de mamona em madeira laminada colada (MLC).** 110 f.Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.

HIDALGO-LÓPEZ, O. **Bamboo – the gift of the gods.** Bogotá: Oscar Hidalgo López Editor, 2003. 553 p.

\_\_\_\_\_. **Bambu – Su cultivo y aplicaciones en: fabricacion de papel, construcción, arquitectura, ingeniería, artesanía.** Colômbia: Estudios Técnicos Colombianos Ltda, Cali, 1974.

HIGUCHI, T. **Chemistry and biochemistry of bamboo.** Wood Research Institute, Kyoto University, Kyoto, Japan, 1990.

**INTERNATIONAL CONFERENCE OF BUILDING OFFICIALS – ICBO.Ac 162:**

Acceptance criteria for structural bamboo: ICBO Evaluation Service Ltd. California, 2000.

INTERNATIONAL NETWORK FOR BAMBOO & RATTAN –INBAR. The International Network on Bamboo and Rattan. In: **International model building code for bamboo**. Jan., 1999.

JANSSEN, J. J. **Designing and building with bamboo**. International Network of Bamboo And Rattan – INBAR. Pequim, China. Technical report n. 20, 2000, 207 p.

KEHL. **Catálogo Geral**. Disponível em: <<http://www.kehl.ind.br/catalogos/KEHL%20-%20Catalogo%20Geral%20-%20BR.pdf>>. Acesso em 10 Ago. 2017.

KIBWAGE, J. K.; FRITH, O. B.; PAUDEL, S. K. **Bamboo as a Building Material for Meeting East Africa's Housing Needs: A Value Chain Case Study from Ethiopia**. InternationalNetwork for Bamboo and Rattan, Beijing, China, 2011.

LAPO, L. E. R.; BERALDO, A. L. Bambu laminado colado (BLC). **RAMA** – Revista em Agronegócio e Meio Ambiente. v. 1, n. 2, 2008.

LEE, A.W.C.; BAI, X.; BANGI, A.P. (1998) Selected properties of laboratory-made laminated-bamboo lumber. **Holzforschung**, v.52, n.2, p. 207-210, 1998.

LIESE, W. Structures of a bamboo culm affecting its utilization. In: **International Workshop on Bamboo Industrial Utilization**. International Network for Bamboo and Rattan, Hubei Provincial Government & Xianning Municipal Government, China, Oct. 2003.

\_\_\_\_\_. **The anatomy of bamboo culms**. INBAR – International Network for Bamboo and Rattan, 1998. China. Technical Report. 204 p.

LIMA, D. M. **Bambu laminado colado (*Dendrocalamus giganteus*) aplicado à treliça plana tipo Howe e à viga retangular**. 234 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru, 2013.

LOBOVIKOV, M. *et al.* **World Bamboo Resources**: A Thematic Study Prepared in the Framework ofthe Global Forest Resources Assessment 2005. Food andAgriculture Organization (FAO) of the United Nations,Rome, Italy, 2007.

LONDOÑO, X. P. Evaluation of bamboo resources in Latin America. **A Summary of the Final Report of Project**, n. 96-8300, p. 01-4, 1998.

\_\_\_\_\_. **Curso de cátedra maestría en construcción: Módulo Guadua**. Santafé de Bogotá: Universidad Nacional de Colômbia, 2002. 60 p.

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

MARINHO, N. P. *et al.* Análise química do bambu-gigante (*Dendrocalamus giganteus* Wall. ex Munro) em diferentes idades. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p.417-422, 29 jun. 2012.

MATOSKI, S. L. S. **Comportamento de *Dinoderus minutus Fabricius* (1775) – (coleóptero: bostrichidae) em peças torneadas de madeira**. 106 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Construção sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel>>. Acesso em 03 Set. 2017.

MOHANAN, C. **Diseases of bamboos in Asia: an illustrated manual**. Kerala Forest Research Institute, Peechi, Kerala, India. 1997.

MOTA, I. O.; PEREIRA, M. A.; DAMACENA, P. C.; SANTOS, L. C. B. Estudo das propriedades físicas e mecânicas do bambu brasileiro (*Bambusa vulgaris vittata*) para aplicação na construção de sistemas hidráulicos alternativos de distribuição de água à baixa pressão. **REA – Revista de Estudos Ambientais**: v. 19, n. 1, p. 18-26, 2017.

MURAD, J. R. L. **Estudo experimental das propriedades físicas, mecânicas e aplicações estruturais do bambu guadua spp de Assis Brasil – AC**. 2011. 203 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói, RJ, 2011.

NOGUEIRA, C. L. **Painel de bambu laminado colado estrutural**. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

NORDIM, K.; WAHAB, R.; JAMALUDIN, M. A.; BAHARI, S. A.; ZAKARIA, M. N.

Strength properties of glued laminated bamboo (*Gigantochloa scorchedinnii*) strips for furniture. In: XXII IUFRO, **Proceedings of Scientific Session 90**, Brisbane, Australia, p. 83-85, 2005.

NUNES, A.R.S. **Construindo com a natureza, bambu: uma alternativa para o eco desenvolvimento.** 122 f. Dissertação (Mestrado). São Cristóvão, Universidade Federal do Sergipe, 2005.

OLIVEIRA, E. et al. **Recuperação de pastagens no noroeste do Paraná:** bases para plantio direto e integração lavoura e pecuária. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, 2000. 96 p. (IAPAR. Boletim Técnico, 134).

OPRINS, J. et al. **Bamboo:** A material for Landscape and Garden Design. Birkhauser-publisher for Architecture Basel- Berlin-Boston, 2006.

OSSE, V. C.; MEIRELLES, C. R. M. O potencial do bambu na minimização dos problemas climáticos nos espaços urbanos. **Revista LABVERDE;** n.3, p. 36-53, 2011.

OSTAPIV, F. **Análise e melhoria do processo produtivo de tábuas de bambu (*Phyllostachys pubescens*) com foco em pisos.** 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, PR, 2007.

PAES, J. B. et al. Caracterização físico-mecânica do laminado colado de bambu (*Dendrocalamus giganteus*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 19, n. 1, p. 51-51, 2009.

PEREIRA, M. A. **Bambu:** espécies, características e aplicações. Bauru: Editora da UNESP, 2001. 58 p.

\_\_\_\_\_. **Projeto bambu:** manejo e produção do bambu gigante (*Dendrocalalmus giganteus*) cultivado na Unesp/Campus de Bauru e determinação de suas características físicas e de resistência mecânica. Relatório Fafesp (20003/04323-7), 2006.

\_\_\_\_\_. **Viabilidade da utilização do bambu para fins de irrigação – aspectos técnicos.** 104 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita, Botucatu, SP, 1992.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru: Canal 6, 2007. 240p.

PEREIRA, M.A.; FARIA, O.B. Bambu project: mechanical characteristics of the glued laminated bamboo. In. World Bamboo Congress, 8. **Anais....** Thailand, 2009. p.135-150.

RECHT, C.; WETTERWALD, M. F. **Bamboos**. Portland: Timber Press, 1992. 128 p.

REHMAN, M. A.; ISHAQ, S. M. Seasoning and shrinkage of bamboo. **Indian Forest Records**; n.4, p. 1-22, 1947.

REMADE. Adesivos. **Revista da Madeira**; n. 72, 2003.

\_\_\_\_\_. Segmentação: Bambu é opção para usos múltiplos. **Revista da Madeira**; n.66, 2002.

RIVERO, L. A. **Laminado colado e contraplacado de bambu**. 99f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

ROBINETTE, G. O. et al. **Plants, people and environmental quality: [a study of plants and their environmental functions]**. 1972.

RODRIGUES, J. N. et al. **50 Gurus Para o Século XXI**. Lisboa: Centro Atlântico, 2005.

ROSA, R. A. et al. Efeitos do tratamento preservativo e adesivo nas características mecânicas do laminado colado de duas espécies de bambu. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 42, n. 103, p. 451-462, 2014.

\_\_\_\_\_. Influências da espécie, tratamento preservativo e adesivos nas propriedades físicas do bambu laminado colado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 26, n. 6, p. 913-924, 2016.

SALGADO, A. L. B.; **Instruções Técnicas sobre o bambu**. São Paulo: InstitutoAgronômico de Campinas, 1994.

SANTOS, J. A. dos. **Bambu**. São Paulo: Editora Três, 1996. 32 p. (Coleção: Manuais Práticos de Vida, um guia de auto-suficiência).

- SARVEZUK, L. C.; GOMES, C. G. Estudo da viabilidade social e econômica do uso do bambu em estruturas de edificações no Paraná. In. Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, 8. **Anais....** Cesumar: Maringá, 2016. Disponível em: <[https://www.unicesumar.edu.br/mostra-2016/wp-content/uploads/sites/154/2017/01/laiana\\_chopek\\_sarvezuk.pdf](https://www.unicesumar.edu.br/mostra-2016/wp-content/uploads/sites/154/2017/01/laiana_chopek_sarvezuk.pdf)>. Acesso em 29 Jul. 2018.
- SASTRY, C. B. **Timber for the 21st Century**. On line. Inbar, 1999. Disponível em: <<http://www.inbar.org.cn/Timber.asp>>. Acesso em 19 Set. 2016.
- SCHNIEWIND, A. P. Bamboo. **Concise encyclopedia of wood & wood-based materials**. v.2, p.19-27, 1989.
- SHARMA, B. *et al.* Engineered bamboo: state of the art. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Construction Materials**, v. 168, n.2, p. 57-67, 2014.
- SINHA, A. *et al.* Structural Performance of Glued Laminated Bamboo Beams. **Journal of Structural Engineering**, v. 140, n.1, 2014.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA – SBS. **Audiência Pública SP**. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/audienciapublicasp.pdf>>. Acesso em 17 de junho de 2016.
- SODERSTROM, T.R., JUDZIEWICZ, E.J.; CLARK, L.G. Distribution patterns of Neotropical bamboos. In: Vanzolini, P.E. & Heyer, W.R. (eds.) **Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1988. p. 121–157.
- STAMM, J. Bamboo bridges as an alternative to rainforest destruction. In: **Proceedings of the International Workshop on the Role of Bamboo in Disaster Avoidance**, Quayaquil, Ecuador (Yiping L (ed.)). International Network for Bamboo and Rattan, Beijing, China, p. 116–127, 2002.
- SULASTININGSIH, I.M.; NURWATI, P. Physical and mechanical properties of laminated bamboo board. **Journal of Tropical Forest Science**, v.21, n.3, p.246–251. 2009.

TEIXEIRA, A. A. **Painéis de bambu para habitações econômicas: Avaliação do Desempenho de Painéis Revestidos com Argamassa.** 204 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília. DF, 2006.

TOLEDO, L. J. S. **Caracterização das propriedades físico-mecânica e de desempenho no lixamento de chapas particuladas (*Dendrocalamus giganteus*)**. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Bauru, 2013.

TRUJILLO, D. J. A.; RAMAGE, M.; CHANGE, W. Lightly modifiedbamboo for structural applications. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Construction Materials**, v.166, n.4, p. 238–247, 2013.

VENTURA, F. C.; RAMOS, B. P. F.; PEREIRA, M. A. R. Verificação de aplicabilidade do adesivo de óleo de mamona na confecção de bambu laminado colado. In: INTERNATIONAL WORKKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 4. **Anais....** São Paulo, 2013.

WELLONS, J. D. **Adhesion to woody substrates**. Oregon State University, Forest Research Laboratory, 1997, p. 1115.

WETHYAVIVORN, B.; INPON, I; KULSUWAN, M. Behavior of the glue-laminated bamboo composite. In: International Conference on Non-Conventional Materials and Technologies. **Proceeding of the Nocmat/3**. Vietnam, 2002.

XIAO, Y., YANG, R.Z.; SHAN, B. Production, environmental impact and mechanical properties of glubam. **Construction and Building Materials**, v.44, n.1, p.765–773. 2013.

XIAO, Y.; ZHOU, Q.; SHAN, B. Design and construction ofmodern bamboo bridges. **Journal of Bridge Engineering**, v.15, n.5, p. 533–541, 2010.

XUHE, C; KELIN, Y. Composite products from non-wood fibrous raw materials. **Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry**; n. 1991-01, 1991.

## APÊNDICE A

### **PESQUISA: “A CULTURA DE ACEITAÇÃO DO BAMBU LAMINADO COLADO COM PROFISSIONAIS DAS ÁREAS DE CONSTRUÇÃO E DECORAÇÃO”**

Esta pesquisa pertence a José Ricardo Reghin Filho, mestrandando em Engenharia Urbana (UEM) e tem caráter estritamente acadêmico. Responder a todo este questionário levará aproximadamente 5 minutos. No meio desta pesquisa, há um vídeo onde explico mais sobre o bambu laminado colado (é necessário assistir para prosseguir).

\*Obrigatório

Endereço de e-mail \*

---

Área de formação \*

- Arquitetura e Urbanismo
- Engenharia Civil
- Design de Interiores
- Outro: \_\_\_\_\_

Nível de formação profissional \*

- Graduação
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado

Nível de carreira \*

Há quanto tempo você exerce sua profissão?

- 0 a 5 anos
- a 10 anos
- Há mais de 10 anos

Cidade onde atua como profissional \*

Sede do escritório/loja/construtora.

---

Qual(is) tipo(s) de projeto você realiza? \*

- Projeto Arquitetônico
- Projeto de Arquitetura de Interiores
- Projetos Complementares
- Projeto de Arquitetura Paisagística
- Projeto Urbanístico e de Mobiliário Urbano
- Não realizo projetos
- Outro: \_\_\_\_\_

Qual(is) material(is) de revestimento você tem preferência na especificação em seus projetos? \*

- Concreto
- Metais (Aço, alumínio, cobre, etc.)
- Madeira e Bambu
- Vidro
- Revestimentos cerâmicos
- Revestimentos cimentícios
- Outro: \_\_\_\_\_

É necessário assistir a este vídeo de menos de 3 minutos para continuar a responder a esta pesquisa.



Após assistir ao vídeo, qual sua opinião sobre o BLC? \*

0

1

2

3

4

5

Nada interessante  
interessante

Muito

Explique o porquê da nota na questão anterior. \*

---

Esta é a primeira vez que você tem contato com o BLC? \*

- Sim
- Não

Se sua resposta para a pergunta acima foi "Não", onde e como você teve este contato? \_\_\_\_\_

Qual(is) do(s) seguinte(s) aspectos do BLC o atraem? \*

- Inovação
- Estética
- Ser um material sustentável
- Ser tendência do uso de materiais sustentáveis
- Versatilidade nas aplicações do material
- O material não me atrai
- Outro: \_\_\_\_\_

Qual a probabilidade de você especificar este material em um projeto futuro ou recomendá-lo a um cliente? \*

0

1

2

3

4

5

Com certeza

não especificaria

Com certeza

especificaria

Explique o porquê da nota na questão anterior \*

---

Escreva aqui, caso você tenha ficado com alguma dúvida sobre o material BLC e suas aplicações.

---

Deixe aqui seus comentários sobre o material, a pesquisa ou algum outro aspecto que queira ressaltar!

---

## ANEXO A PARECER DO COPEP/UEM



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
MARINGÁ



### PARECER CONSUBSTANIADO DO CEP

#### **DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** A cultura de aceitação do bambu laminado colado (BLC) com profissionais da área de arquitetura e decoração

**Pesquisador:** JOSE LUIZ MIOTTO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 90563318.3.0000.0104

**Instituição Proponente:** CTC - Centro de Tecnologia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### **DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.729.136

#### **Apresentação do Projeto:**

Trata-se de projeto de pesquisa proposto por pesquisador vinculado à Universidade Estadual de Maringá.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Verificar a potencial aceitação do bambu laminado colado como material em edificações urbanas.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Avalia-se que os possíveis riscos a que estarão submetidos os sujeitos da pesquisa serão suportados pelos benefícios apontados.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Este trabalho visa verificar a potencialidade do bambu laminado colado como material sustentável, com vistas ao uso em edificações urbanas. Para isso, será realizada a confecção de peças de bambu laminado colado (BLC) a partir do emprego de adesivo poliuretano à base de óleo de mamona. E então, uma entrevista será proposta a fim de verificar a potencial aceitação do BLC na especificação de materiais de revestimento em edificações, por profissionais na região noroeste do Paraná. Esta entrevista se dará por meio eletrônico. Espera-se conhecer as preferências dos profissionais especificadores e avaliar a potencial inserção do BLC no mercado regional.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta Folha de Rosto devidamente preenchida e assinada pelo coordenador do Programa de

**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4

**Bairro:** Jardim Universitário

**CEP:** 87.020-900

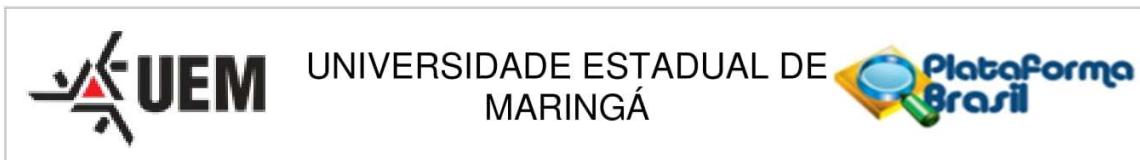
**UF:** PR

**Município:** MARINGÁ

**Telefone:** (44)3011-4597

**Fax:** (44)3011-4444

**E-mail:** copep@uem.br



Continuação do Parecer: 2.729.136

Pós-Graduação em Engenharia Urbana. O cronograma de execução é compatível com a proposta enviada, com término previsto para 06/07/2018. Descreve gastos de R\$ 169,90 sob a responsabilidade do pesquisador. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido contempla as garantias mínimas preconizadas.

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá é de parecer favorável à aprovação do protocolo de pesquisa apresentado.

#### **Considerações Finais a critério do CEP:**

Face ao exposto e considerando a normativa ética vigente, este Comitê se manifesta pela aprovação do protocolo de pesquisa em tela.

#### **Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJECTO_1081306.pdf	29/05/2018 12:15:19		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa.docx	29/05/2018 12:13:04	JOSE RICARDO REGHIN FILHO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	29/05/2018 11:59:34	JOSE RICARDO REGHIN FILHO	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.PDF	27/04/2018 10:15:22	JOSE RICARDO REGHIN FILHO	Aceito

#### **Situação do Parecer:**

Aprovado

#### **Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

MARINGÁ, 21 de Junho de 2018

---

**Assinado por:**  
**Ricardo Cesar Gardiolo**  
**(Coordenador)**

<b>Endereço:</b> Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4	<b>CEP:</b> 87.020-900
<b>Bairro:</b> Jardim Universitário	
<b>UF:</b> PR	<b>Município:</b> MARINGÁ
<b>Telefone:</b> (44)3011-4597	<b>Fax:</b> (44)3011-4444
	<b>E-mail:</b> copep@uem.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
MARINGÁ



Continuação do Parecer: 2.729.136

**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4  
**Bairro:** Jardim Universitário                           **CEP:** 87.020-900  
**UF:** PR   **Município:** MARINGÁ  
**Telefone:** (44)3011-4597                           **Fax:** (44)3011-4444                                   **E-mail:** copep@uem.br