



## **Bambu Laminado Colado (BLC) na Construção Civil: Uma Alternativa Sustentável para o Desenvolvimento Tecnológico no Brasil**

### ***Cross-Laminated Bamboo (CLB) in Civil Construction: A Sustainable Alternative for Technological Development in Brazil***

**Lisa Ventura de Castro Pacheco, Graduada em Arquitetura e Urbanismo, UFSC**

lisaventuradecastro@gmail.com

**Vitória Neves Viana Silva, Graduada em Arquitetura e Urbanismo, UFSC**

vitorianevesviana03@gmail.com

**Lisiane Ilha Librelotto, Doutora em Engenharia de Produção, UFSC**

lisiane.librelotto@gmail.com

Número da sessão temática da submissão – [ 5 ]

#### **Resumo**

Diante das crescentes consequências da degradação ambiental e do agravamento das mudanças climáticas, é fundamental que o setor da construção civil invista em soluções inovadoras e sustentáveis para mitigar seus efeitos negativos. Nesse contexto, a pesquisa científica, associada à aplicação de novas tecnologias, desempenha um papel fundamental na busca por materiais alternativos de menor impacto ambiental. Este artigo investiga o potencial do bambu como substituto viável aos materiais convencionais, com ênfase em suas formas engenheiradas, para o uso em ATPs (Acampamentos Temporários Planejados). Utiliza como método uma revisão bibliográfica exploratória e o emprego de alguns experimentos para a produção de painéis laminados colados. As limitações naturais do bambu, que representam desafios para sua utilização em grande escala, podem ser superadas por meio do processamento industrial, dando origem a diversos derivados. Entre eles, destaca-se o Bambu Laminado Colado (BLC), técnica difundida na China mas ainda incipiente no contexto brasileiro. O presente artigo explora os benefícios e os obstáculos da aplicação dessa técnica no Brasil, destacando sua viabilidade como alternativa sustentável na construção civil e possibilidade de uso em abrigos emergenciais.

**Palavras-chave:** Bambu Laminado Colado (BLC); Construção Civil; Materiais Alternativos.

#### **Abstract**

*In light of the increasing consequences of environmental degradation and the intensification of climate change, it is essential for the construction sector to invest in innovative and sustainable solutions to mitigate its negative impacts. In this context, scientific research, combined with the application of new technologies, plays a crucial role in the search for alternative materials with lower environmental impact. This article investigates the potential of bamboo as a viable substitute for conventional construction materials, with an emphasis on its engineered forms, for use in Planned Temporary Camps (PTCs). The study employs an exploratory literature review as its primary methodology, complemented by a series of experiments focused on the production of glued laminated panels. The natural limitations of bamboo, which pose challenges to its large-scale application, can be overcome through industrial processing, resulting in a range of derived materials. Among these, Glued*



*Laminated Bamboo (GLB) stands out as a notable technique—widely used in China but still emerging in the Brazilian context. This article explores the benefits and challenges of applying this technique in Brazil, highlighting its feasibility as a sustainable alternative in the construction sector and its potential use in emergency shelters.*

**Keywords:** *Glued Laminated Bamboo (LCB); Civil Construction; Alternative Materials.*

## 1. Introdução

Segundo a Organização das Nações Unidas (2002) um desastre natural é o resultado do impacto de um perigo natural (como inundações, terremotos, deslizamentos de terra, furacões, entre outros) em um sistema socioeconômico com um determinado nível de vulnerabilidade, o que impede a sociedade afetada de lidar adequadamente com esse impacto. O aumento de desastres naturais nas últimas décadas está relacionado intrinsecamente com a contínua e crescente exploração do meio ambiente e seus recursos pelo homem, visando modificá-lo para servir às suas necessidades e interesses. Ações antrópicas, como o aumento de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs) na atmosfera e mudanças na cobertura vegetal (desmatamento) constam como a causa mais provável das mudanças climáticas que a Terra vem sofrendo nas últimas décadas (Lima, 2010). Essas mudanças, por sua vez, têm aumentado a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos, principais desencadeadores de desastres hidrometeorológicos.

Dentre as atividades antrópicas que contribuem para a emergência climática, destaca-se o setor da construção civil, responsável por danos ambientais irreparáveis. A carência de consciência ecológica associada a priorização de interesses econômicos resulta na utilização de materiais e técnicas construtivas destrutivas ao meio ambiente, consumo desenfreado de recursos não renováveis, desperdício de materiais e geração de resíduos poluentes (Da Silva Tomazia *et al.*, 2024). Estima-se que o setor cimenteiro, que domina a área da construção civil, seja responsável por cerca de 8% das emissões antropogênicas de CO<sub>2</sub>, o principal gás de efeito estufa (GBCBrasil, 2023). Portanto, é de suma importância a busca por materiais renováveis, não poluentes e de baixo impacto ambiental como alternativas aos materiais convencionais na construção civil, como o cimento, visando reverter a cultura de degradação do meio ambiente e mitigar suas consequências.

Na busca por materiais de construção não convencionais e de baixo impacto ambiental, o bambu se destaca como uma alternativa promissora, constituindo o foco central deste estudo. Para a investigação, adotaram-se como procedimentos metodológicos uma revisão bibliográfica exploratória, o levantamento de equipamentos e tecnologias disponíveis para o processamento do bambu, e a execução experimental de um painel nas instalações do LabRestauro, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O objetivo foi investigar o potencial do bambu, recurso amplamente disponível no Brasil, com ênfase na aplicação da técnica de Bambu Laminado Colado (BLC), analisando a viabilidade de sua inserção no mercado nacional.

Esse estudo está inserido no contexto do projeto **“Sustentabilidade aplicada ao projeto de acampamentos planejados para atendimento à população desabrigada: Plataforma Infrashelter, impressão 3D e materiais locais”**, que tem como objetivo desenvolver soluções para abrigos emergenciais utilizando materiais e técnicas construtivas alternativas de menor impacto ambiental, como a impressão 3D e os materiais naturais. Nesse contexto, o BLC é analisado como uma alternativa viável para o fechamento da estrutura dos abrigos, combinando modularidade, pré-fabricação e uso de materiais naturais, alinhando-se aos princípios de sustentabilidade e eficiência construtiva.



## 1. O Bambu

O bambu, também conhecido como taquara, taquaruçu ou taboca em diferentes regiões do Brasil, pertence à sub-família *Bambusoideae*, dentro da família das gramíneas. Com cerca de 1300 espécies no mundo, está presente nativamente em todos os continentes, exceto a Europa. No Brasil, há 258 espécies nativas – a maior diversidade das Américas –, sendo 165 endêmicas, posicionando o país como segundo em biodiversidade de bambu no mundo, atrás apenas da China (Drumond, 2017; Librelotto e Ostapiv, 2019).

No continente asiático, o uso desse material é amplamente difundido há milênios devido a sua abundância. Além de utilizá-lo na construção civil em habitação, pontes, andaimes, foram desenvolvidas técnicas para seu proveito em diversas áreas, como irrigação, móveis, decoração, utensílios de cozinha, fármacos e alimentos. Essa versatilidade lhe confere o título de “planta dos mil usos” (Librelotto e Ostapiv, 2019). Entretanto, por questões culturais, o uso do bambu no Ocidente ainda é muito limitado se comparado a países como China, Japão e Índia.

Moizés (2007) destaca que, no Brasil, o bambu é utilizado principalmente na construção de casas e na produção de objetos, associado a tradições culturais herdadas tanto dos povos indígenas quanto dos imigrantes orientais. Seu uso no contexto nacional permanece majoritariamente restrito a aplicações que fazem uso do colmo inteiro, sem processamento, e se perpetua a percepção equivocada de que se trata de um material destinado exclusivamente a edificações rústicas, desconsiderando seu potencial como material construtivo de alto desempenho quando corretamente tratada e processado. Nos quadros 1 e 2, constam as principais vantagens e desvantagens do bambu.

**Quadro 1: Principais vantagens do Bambu.**

<b>Vantagens do Bambu</b>
Ampla disponibilidade, resultando em baixos custos de produção e viabilidade econômica.
Material sustentável, não poluente, com baixo impacto ambiental, renovável, e biodegradável.
Material versátil e prático, ao permitir a integração com outros materiais, ampliando seu potencial de aplicação em diferentes contextos.
Crescimento acelerado e não necessita de replantio após a colheita.
Alta produtividade, produzindo, em média, 20 toneladas por hectares anualmente.
Apresenta baixo peso específico e seção transversal oca, facilitando o transporte e o armazenamento.
Oferece elevada resistência e flexibilidade.
O cultivo do bambu auxilia na estabilização do solo, mitigando processos de erosão e aumentando a resiliência a fenômenos naturais, como terremotos.

Fonte: Marinho (2013), adaptado pelos autores.

Observa-se no Quadro 1 que as características do bambu atendem amplamente às demandas por materiais sustentáveis, dada sua combinação de vantagens ambientais, econômicas e funcionais. Trata-se de um recurso renovável, caracterizado por um rápido crescimento, com a peculiaridade de não exigir replantio após a colheita, devido à preservação de seu sistema radicular. Essa propriedade assegura uma produtividade contínua, estimada em cerca de 20 toneladas por hectare anualmente, além de promover a estabilização do solo, mitigando processos erosivos e aumentando a resiliência em áreas propensas a atividades sísmicas. Sua biodegradabilidade, somada à abundância e ao baixo custo de produção, reforça sua viabilidade como alternativa de baixo impacto ambiental e economicamente acessível. Em relação a suas propriedades mecânicas, este material pode ser comparado ao aço quanto à resistência à tração, e ao concreto quanto à resistência à compressão (Boogaard, 2016).

Ademais, a leveza e a facilidade de transporte conferem ao bambu um manejo prático, enquanto sua capacidade de integração com outros materiais amplia sua aplicação em diversos setores, consolidando-o como um recurso estratégico para o desenvolvimento sustentável (Marinho, 2013).

**Quadro 2: Principais desvantagens do Bambu.**

<b>Desvantagens do Bambu</b>
Suscetível a incendiar quando muito seco.
Propenso ao apodrecimento quando exposto a condições de alta umidade ou contato prolongado com água.
Propenso a ataques de insetos e cupim.
Apresenta linearidade inconsistente e ausência de uniformidade, frequentemente consideradas limitações significativas.
Suscetível a rachaduras, divisões e esmagamento sob condições de estresse.

Fonte: Marinho (2013), adaptado pelos autores.

Entre as desvantagens citadas no Quadro 2, a suscetibilidade do material a incêndios, ataques de insetos e ao apodrecimento pode ser significativamente reduzida por meio da aplicação de tratamentos químicos, técnicas de impermeabilização e cuidados adequados com o material ao longo da vida útil da estrutura. Entretanto a variação na geometria e nas propriedades mecânicas entre diferentes espécies, entre colmos da mesma espécie e até em um mesmo colmo, dificulta que este seja difundido amplamente na indústria da construção, que exige materiais padronizados em tamanho e propriedades físicas (Marinho, 2013). A forma circular do bambu, cuja variação de diâmetro é uma característica intrínseca, constitui um fator limitante, especialmente por dificultar o desenvolvimento e a padronização de componentes de conexão entre os colmos (Sharma *et al.*, 2015). Visando superar as limitações do material para aproveitar seu pleno potencial, investiga-se o uso do bambu engenheirado, materiais processados a partir de bambu natural, desenvolvidos para otimizar suas propriedades e torná-los adequados para aplicações estruturais e não estruturais. Dentre os tipos de bambu engenheirado, destaca-se BLC, o qual será objeto central de análise no presente artigo.

## **2. Bambu Laminado Colado (BLC)**

Os produtos de bambu variam do artesanal ao industrial, empregando diferentes graus de manufatura dependendo da sua aplicação final (Xiaobing, 2007). Conforme a matéria prima é processada, maior é o valor agregado ao produto final obtido (Librelotto e Ostapiv, 2019). Esse fator, somado à dificuldade de padronização da construção com o bambu inteiro, torna o bambu processado a melhor opção para a construção modular e pré-fabricada.

No Brasil, pesquisas realizadas por entidades representativas do setor madeireiro já apontavam, no início da década, um desequilíbrio entre a oferta e a demanda de madeira, incapaz de suprir as projeções de crescimento das indústrias dependentes de recursos florestais (Pereira, 2003). A ausência de um reflorestamento de florestas plantadas que acompanhe o consumo de madeira, bem como a ausência de redução na extração de florestas nativas no Brasil, gerou a necessidade de explorar alternativas sustentáveis, que possam suprir esse déficit de maneira eficiente do ponto de vista social, econômico e ambiental (Cardoso Júnior, 2008). Nesse contexto, o bambu engenheirado se destaca como uma possibilidade, integrando as vantagens do material com a padronização possibilitada pelo seu processamento. O esquema abaixo (Fig. 1) demonstra as diversas formas de processamento do bambu para obtenção de painéis, encontrados comercialmente em países como a China, Japão, Taiwan, Indonésia, Índia, entre outros (Barelli, 2009).

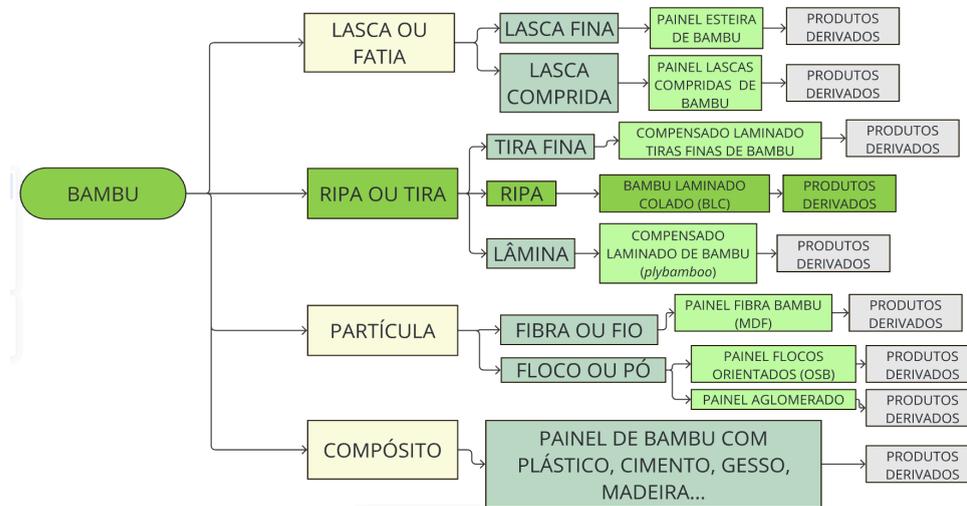


Figura 1- Matéria-prima proveniente do bambu e seus derivados de painéis. Fonte: Barelli, 2009. Adaptado pelos autores.

O desenvolvimento de painéis de BLC tem origem na China, impulsionado pela necessidade de alternativas sustentáveis à madeira. Com a abertura política do país na década de 1980, a China experienciou um acelerado desenvolvimento econômico, resultando em um aumento significativo da demanda por madeira na construção civil. Diante da ampla disponibilidade de bambu em território chinês, houve um incentivo à pesquisa para o desenvolvimento de materiais alternativos à madeira, explorando o potencial do bambu na fabricação de painéis, como os citados na Fig. 1, entre eles o Bambu Laminado Colado. (Rivero, 2003).

O BLC é o resultado de uma das formas possíveis de processamento do bambu, que consiste na transformação do colmo em ripas, posteriormente coladas entre si para formar placas. O processo foi simplificado por Vasconcelos (2022) nas seguintes etapas: Colheita dos Colmos (1); Subdivisão dos colmos em peças menores (2); Corte dos colmos em ripas (3); Processamento das ripas para atingir uma seção retangular (4); Tratamento químico das ripas (5); Secagem das Ripas (6); Beneficiamento final das ripas (7); Colagem lateral e colagem em altura (8) e Acabamento final das peças (9).

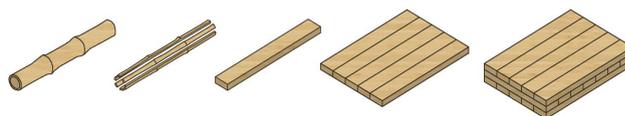


Figura 2: Etapas de produção do BLC. Fonte: Cao, 2020.

Segundo Pereira e Beraldo (2016) o BLC configura-se como uma das aplicações mais promissoras do bambu. Esse método permite agregar valor a uma ampla gama de produtos fabricados com bambu, viabilizando a substituição da madeira em diversos contextos, como na fabricação de móveis, pisos, forros, esquadrias, revestimentos e diversos utensílios (Librelotto e Ostapiv, 2019).



**Figura 3: A) Painel de BLC (Fonte: DBambu, 2025); B) Mobiliário de BLC (Fonte: Architonic, 2025); C) Utensílios de cozinha de BLC (Fonte: Pedrangelo, 2020); D) Notebook Asus Bamboo Series (Fonte: Barelli, 2009).**

A aplicação do BLC na construção civil abrange uma ampla gama de elementos, desde componentes estruturais, como vigas e pilares, até painéis de fechamento, forros, revestimentos e pisos. De acordo com Kai e Xuhe (2006), o bambu engenheirado apresenta um potencial significativo para a indústria da construção pré-fabricada, setor que vem ganhando destaque, especialmente em países desenvolvidos, como Estados Unidos, Japão e diversas nações europeias. Entre as principais vantagens da pré-fabricação estão a redução do tempo e dos custos da obra, maior precisão e qualidade na execução e menor impacto ambiental, uma vez que essa técnica contribui para a diminuição da geração de resíduos e do desperdício de materiais (Kai e Xuhe, 2006)

Entre os materiais utilizados na construção pré-fabricada, a madeira se destaca, especialmente na forma de Madeira Laminada Colada (MLC), aplicada em pilares e vigas, e Madeira Laminada Cruzada (*Cross-Laminated Timber* – CLT), empregada na fabricação de painéis para paredes, lajes e coberturas (De Almeida *et al.*, 2022). No entanto, além da madeira, a aplicação de painéis constituídos por outros materiais naturais na construção civil ainda é restrita, o que cria oportunidades para pesquisadores e a indústria ampliarem essas abordagens, adaptando-as para incorporar uma variedade de matérias-primas, como, por exemplo, o bambu (Kai e Xuhe, 2006).

Esse é o caso da GluBam®, uma técnica desenvolvida pelo Professor Xiao Yan no Instituto de Estruturas Modernas de Bambu, Madeira e Compósitos (IBTCS) da Universidade de Hunan, localizada em uma das principais regiões de cultivo de bambu na China. A técnica foi concebida a partir da adaptação da Madeira Laminada Colada (MLC), também conhecida como *Glulam* (Glued Laminated Timber), para o bambu- um recurso amplamente disponível no Sudeste Asiático, onde a pesquisa teve início- visando a produção de elementos estruturais de alto desempenho (Xiao *et al.*, 2008). O processo envolve algumas alterações em relação aos procedimentos de obtenção do BLC citados anteriormente para obtenção de peças com maior resistência mecânica, como por exemplo a saturação com resina fenol-formaldeído e prensagem a quente das camadas de ripas (Xiao *et al.*, 2017).



**Figura 4:** A) Ponte de pedestre feita de GluBam® em 2006 e B) ponte de automóveis feita de GluBam® em 2007 em Leiyang, Província de Hunan, China. Fonte: Xiao *et al.*, 2008.

A partir do desenvolvimento dessa tecnologia, o IBTCS da Universidade de Hunan associado à empresa Changsha Kaisen Bamboo and Wood New Technology Co., Ltd. desenvolveu diversas estruturas para demonstração e realização de testes no material. Os elementos que compuseram essas estruturas foram pré-fabricados em Changsha e transportados para o local para realização da montagem, dessa forma diminuindo consideravelmente o tempo de obra (Xiao *et al.*, 2010).



**Figura 5:** Casas feitas de GluBam® em 2009 na província de Hunan, China. A) Casa de chá de 100 m<sup>2</sup> em Beijing, B) Casa de 120 m<sup>2</sup> em Leiyang e C) Casa de 250 m<sup>2</sup> em Changsha. Fonte: Xiao *et al.*, 2008.

Nos projetos residenciais, a estrutura segue um conceito semelhante ao Wood-Frame, amplamente utilizado na América do Norte, adaptando as normas técnicas já existentes desse método. No entanto, os montantes e vigas são constituídos de GluBam®, enquanto os painéis de fechamento, que tradicionalmente seriam de drywall ou chapas de madeira, são substituídos por painéis de compensado de bambu, preenchidos internamente por isolantes, como lã de vidro (Fig. 6C) (Xiao *et al.*, 2010).



**Figura 6:** A) Instalação dos painéis modulares, B) Montagem da estrutura da cobertura e C) Isolamento Acústico e Térmico dos painéis. Fonte: Xiao *et al.*, 2010.

De modo geral, os resultados dos testes realizados (Xiao *et al.*, 2010) demonstraram que o GluBam® é um material estrutural viável e altamente competitivo, apresentando propriedades mecânicas adequadas para sistemas construtivos leves, como o Wood-Frame. Sua combinação de leveza e elevado desempenho mecânico o posiciona como uma alternativa promissora à madeira, especialmente em regiões onde o bambu é um recurso abundante, promovendo uma solução sustentável e eficiente para a construção civil.

### 3. Potencialidade de aplicação do Bambu Laminado Colado (BLC) em Acampamentos Planejados

Entre os impactos das mudanças climáticas e desastres naturais, destaca-se o aumento do número de pessoas refugiadas, desalojadas e desabrigadas. De acordo com o ACNUR (2024), mais de 120 milhões de pessoas foram forçadas a se deslocar globalmente, sendo três quartos delas em países fortemente afetados pelas mudanças climáticas. Surge, então, uma questão humanitária urgente: a necessidade de abrigos emergenciais para as populações afetadas por desastres socioambientais. Isso cria uma demanda tanto no campo tecnológico quanto arquitetônico, para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de projetos voltados a esses abrigos, com foco na integração de estratégias que favoreçam o progresso social e econômico, enquanto preservam o meio ambiente.

Nesse contexto, se insere o projeto “**Sustentabilidade aplicada ao projeto de acampamentos planejados para atendimento à população desabrigada: Plataforma Infrashelter, impressão 3D e materiais locais**”, que têm como local de estudo a área habitada pela Comunidade Indígena Laklãnõ em José Boiteux, Santa Catarina. Situada no Alto Vale do Itajaí, essa comunidade sofre constantemente com enchentes do Rio Hercílio, que transborda quando as comportas da Barragem Norte, maior barragem do estado, são fechadas. O projeto tem como objetivo oferecer uma solução projetual de um Acampamento Temporário Planejado (ATP) para abrigar as vítimas desse desastre em um região mais alta, não alagável. Considerando a limitação da área disponível para a implementação do projeto, decidiu-se contemplar, em um primeiro momento, 20% (vinte por cento) da população das três aldeias mais atingidas, -Palmeira, Figueira e Coqueiros- resultando em 342 pessoas a serem realocadas para os abrigos emergenciais (Defesa Civil do estado de Santa Catarina, 2020). A figura 7 ilustra uma proposta desenvolvida como abrigo emergencial do ATP e o uso sugerido do painel de BLC como possibilidade de fechamento da estrutura.

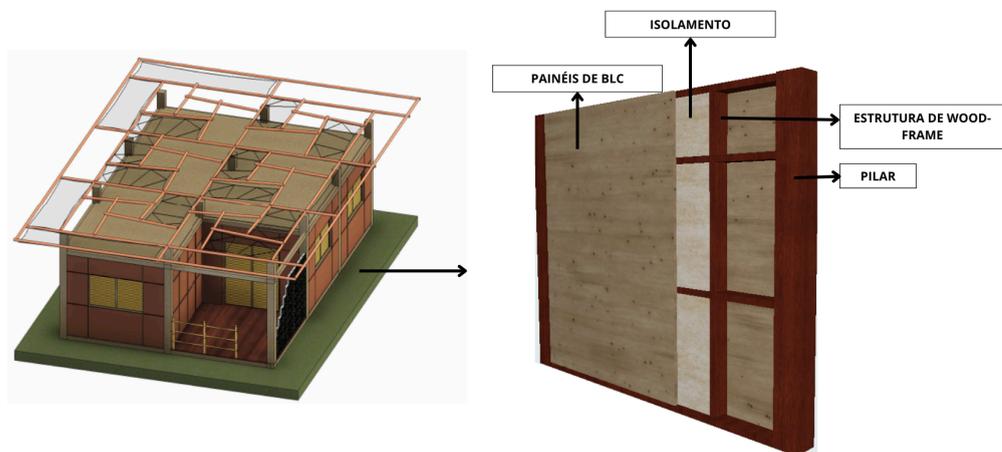
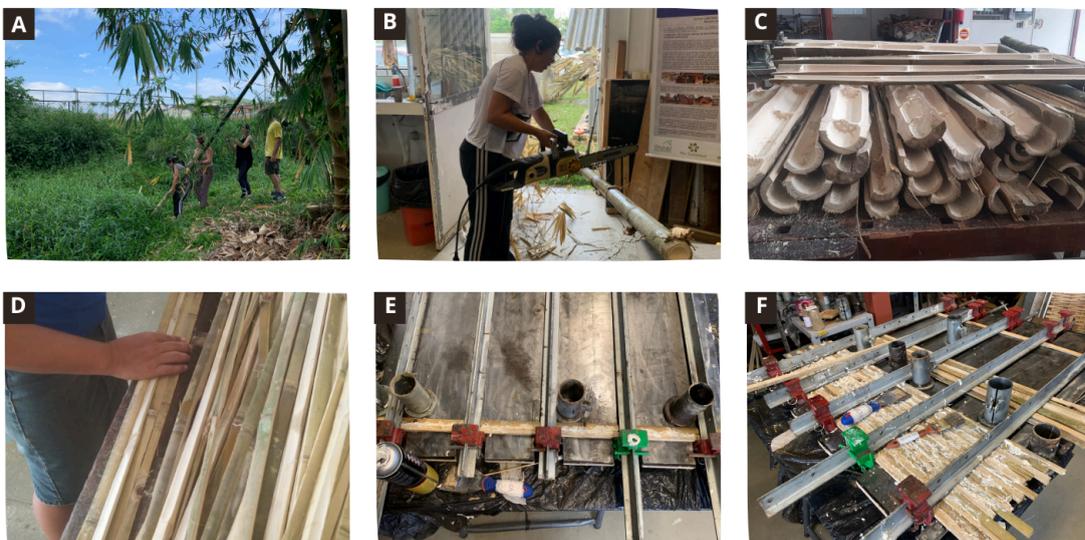


Figura 7 - Proposta de abrigo emergencial e composição da parede de BLC.

Entre as soluções arquitetônicas sugeridas para situações de desastres, as estruturas portáteis ou móveis se destacam devido às suas inúmeras vantagens em relação às fixas. Oferecem rapidez na montagem, possibilidade de realocação para diferentes áreas, facilidade de desmontagem para transporte e uso em locais de difícil acesso, além de permitir sua reutilização em outros contextos quando não forem mais necessárias no local original de instalação (Anders, 2007). Levando em conta esses fatores, os painéis de BLC constituem uma interessante possibilidade para o fechamento dos abrigos móveis, visto que sua leveza facilita o transporte e a montagem/desmontagem da estrutura.

A partir das soluções encontradas na revisão bibliográfica, iniciou-se o estudo da produção do bambu em tiras para a produção de painéis. Nessa primeira etapa de experimentação, o bambu não foi tratado. O bambu utilizado nos testes foi o *Dendrocalamus asper*, com idade de 6 anos, extraído da CULTIVARQ/ UFSC (<https://cultivarq.paginas.ufsc.br/>).

O uso do bambu planejado nessa espécie foi difícil em função da resistência e espessura do colmo, optando-se então pela corte das ripas na serra, o que resultou em tiras irregulares. Foi desenvolvido um esquema de compressão das ripas para a produção dos painéis, utilizando sargentos e um painel de compensado náutico forrado por uma chapa de aço galvanizado para não aderir à espuma expansiva de Poliuretano (PU), utilizado para colar as ripas entre si. O PU expansivo teve pouca aderência nas tiras, o que foi agravado pela irregularidade das tiras citadas anteriormente. A Figura 8 a, b, c, d, e, f apresentam os resultados obtidos e processo de obtenção das tiras, desde a extração dos colmos até a colagem das ripas para a produção dos painéis.



**Figura 8 – Etapas do processo de produção dos painéis de Bambu Laminado Colado (BLC): A) Extração dos colmos; B) Corte e desbaste; C) Produção de ripas; D) Produção de ripas (continuação); E) Desenvolvimento do sistema de prensagem; F) Colagem das ripas.**

#### **4. Desafios e oportunidade para a aplicação da técnica no Brasil**

Apesar da grande disponibilidade de bambu no Brasil, seu uso na construção civil ainda se limita principalmente ao colmo inteiro, sem processamento industrial (Moizés, 2007; Librelotto e Ostapiv, 2019). Um dos principais desafios para a adoção de suas formas engenhiradas, como o Bambu Laminado Colado (BLC), é a falta de normatização e regulamentação específicas, que dificultam sua aceitação em larga escala (Rivero, 2003; Librelotto e Ostapiv, 2019). A ausência de padrões técnicos e certificações gera desconfiança entre profissionais e consumidores, que preferem materiais tradicionais como madeira, aço e concreto, já consolidados no mercado (Pereira, 2006). Além disso, preconceitos culturais associam o bambu a construções rústicas ou temporárias, impedindo seu reconhecimento como material de alto desempenho e durabilidade quando adequadamente tratado e processado (Barelli, 2009).

Outro desafio é a cadeia produtiva ainda incipiente. Isso envolve a escassez de empresas fornecedoras de mudas de bambu, carência de mão-de-obra com conhecimento técnico para seu manejo e limitações em relação ao maquinário. Enquanto países como China e Japão dispõem de equipamentos específicos para as etapas de processamento do BLC -desde a laminação até a colagem-, no contexto brasileiro, os processos dependem majoritariamente de



equipamentos adaptados da indústria madeireira tradicional (Barelli, 2009). Essa adaptação, embora funcional, limita a padronização técnica, a escalabilidade produtiva do material, configurando-se como o maior entrave para desenvolvimento deste método no Brasil, tanto nas pesquisas, quanto na indústria (Pereira e Beraldo, 2016). Entre os experimentos de produção de painéis de BLC no Brasil documentados, os seguintes maquinários foram adaptados para a transformação do colmos em ripas uniformes:

- **Utilizado para corte longitudinal dos colmos:** Facão (Boogaard, 2016), Faca-estrela, podendo ser utilizada manualmente por um operador ou automaticamente através de máquinas (Santos, 2015; Librelotto e Ostapiv, 2019), Serra Circular Dupla Refiladeira (Barelli, 2009), Serra Seccionadora móvel (Cardoso Júnior, 2008) e Serra Circular Dupla (Moizés, 2007 e Nogueira 2008).
- **Utilizado para beneficiamento das ripas:** Plaina de Quatro Faces (Moizés, 2007; Lapo e Beraldo, 2008 e Barelli, 2009), Serra Circular Esquadrejadeira (Barelli, 2009), Lixadeira Elétrica e Desengrossadeira Estacionária (Boogaard, 2016) e Plaina Moldureira de Quatro faces (Cardoso Júnior, 2008).

A maioria das iniciativas de maquinários próprios para esse propósito está ligada a universidades, institutos de pesquisa ou pequenos produtores e empresas independentes, tendo em vista o alto custo de maquinário importado e a baixa demanda para grandes empresas produzirem esses equipamentos (Cardoso Júnior, 2008). Entretanto, além de maquinários adaptados, alguns autores registraram o uso de máquinas específicas para esse fim, como é o caso de Cardoso Júnior (2008), que utilizou a Máquina Taquari e Barelli (2009) que utilizou a Máquina Taquaruçu, ambas da empresa LATIC (Laminados Taquaruçu Indústria & Comércio ME). A empresa, apesar de ser pioneira no Brasil em oferecer máquinas especializadas para processamento do bambu, fornece apenas localmente ou para algumas instituições acadêmicas como a UFAL (Universidade Federal de Alagoas) e a ESALQ-USP (Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo) e não possui canais de distribuição, demonstrando o estágio embrionário que se encontra a aplicação dessa técnica (Barelli, 2009).

Apesar dos desafios, a aplicação do BLC no Brasil traz vantagens no âmbito ambiental, econômico e social. Do ponto de vista ambiental, o bambu é um recurso renovável de rápido crescimento, capaz de sequestrar grandes quantidades de carbono durante seu desenvolvimento (Barelli, 2009). Sua utilização em substituição à madeira tradicional reduz a pressão sobre florestas nativas, contribuindo para a preservação da biodiversidade e a mitigação das mudanças climáticas (Pereira, 2003). No aspecto social, o BLC promove a inclusão de mão de obra com diferentes níveis de escolaridade, desde trabalhadores rurais envolvidos no cultivo e colheita do bambu até profissionais especializados no processamento e fabricação de produtos. Essa diversidade de oportunidades gera empregos e fortalece comunidades locais, especialmente em regiões com potencial para o cultivo do bambu. Economicamente, o BLC agrega valor a uma ampla gama de produtos, como móveis, pisos e estruturas para construção civil, abrindo novos mercados e atraindo investimentos (Pereira e Beraldo, 2016). Assim, o BLC se apresenta como uma alternativa viável e promissora para o desenvolvimento sustentável no Brasil, atendendo a crescente demanda por produtos ecológicos no país.

## 5. Conclusão

O estudo demonstrou as vantagens do bambu, especialmente quando processado industrialmente, dando origem a suas formas engenheiradas. Dentre as diversas técnicas de processamento do bambu, destaca-se o Bambu Laminado Colado (BLC), que constitui o foco central deste artigo. No contexto brasileiro, onde o bambu é uma matéria-prima abundante, o BLC pode se consolidar como uma alternativa viável a materiais convencionais, como



madeira e concreto, contribuindo significativamente para a redução dos impactos ambientais associados ao setor da construção civil, além de gerar benefícios sociais e econômicos. Experiências internacionais, sobretudo na China, demonstram a viabilidade técnica e econômica do BLC, reforçando seu potencial para aplicações tanto estruturais quanto não estruturais, sejam elas fixas ou temporárias, como no caso de abrigos emergenciais. Entretanto, no cenário brasileiro, sua aplicação ainda enfrenta obstáculos significativos, tais como uma cadeia produtiva incipiente, a ausência de normatização técnica específica para essa técnica e o preconceito cultural associado ao uso do bambu como matéria-prima.

Os resultados na produção do painel evidenciaram a dificuldade de obtenção de ripas regulares a partir da produção utilizando serras, a necessidade do uso de formas metálicas para compressão das tiras e a necessidade de estudo do tipo de cola a ser empregado, visto que o uso do PU expansivo não resolveu o problema de preenchimento dos vãos irregulares das tiras além de apresentar má aderência ao material.

Para superar essas barreiras no contexto nacional, torna-se imprescindível a atuação da comunidade acadêmica no desenvolvimento de pesquisas, manuais, normas e boletins técnicos com o intuito de contribuir para a adoção desta técnica e elaboração de normas técnicas específicas. A investigação do BLC também abre caminho para diversas pesquisas interdisciplinares, como o desenvolvimento de adesivos adequados e não-tóxicos, o tratamento químico dos colmos, o desenvolvimento de maquinário especializado e o reaproveitamento dos resíduos gerados durante o processamento, como biomassa, por exemplo. Além do âmbito acadêmico, a consolidação do BLC no Brasil depende de esforços colaborativos entre indústria, governo e instituições de pesquisa, visando à promoção da inovação e da sustentabilidade no setor da construção civil. A colaboração entre essas entidades é fundamental para a introdução e disseminação do BLC como elemento construtivo viável técnica e economicamente, alinhado aos princípios do desenvolvimento sustentável.

### **Agradecimentos**

Agradecemos à CAPES pelo financiamento da Pesquisa 8881.705009/2022-01, no programa PEPED, AUXPE1011/2023 edital vulnerabilidade 28/2022 e aos programas PIBIC/PIBITI da UFSC/CNPq, pela concessão de bolsas de iniciação científica.



## Referências

- ACNUR. *Relatório do ACNUR revela que mudanças climáticas são uma ameaça ainda mais graves*. 2024. Disponível em: <https://www.acnur.org/br/noticias/comunicados-imprensa/relatorio-do-acnur-revela-que-mudancas-climaticas-sao-uma-ameaca#:~:text=ainda%20mais%20graves.-,Dos%20mais%20de%20120%20milh%C3%B5es%20de%20deslocados%20for%C3%A7ados%20no%20mundo,%2C%20Som%C3%A1lia%2C%20Sud%C3%A3o%20e%20S%C3%ADria..> Acesso em: 9 jan. 2025.
- ALVALÁ, Regina C. S.; BARBIERI, Alisson Flávio. Desastres naturais. Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar. São José dos Campos, SP: Inpe, 2017. v. 1, p. 203-230. Disponível em: [https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2018/02/Livro\\_Mudan%C3%A7as-Clinaticas-em-Rede\\_eBook-Conflito-de-codifica%C3%A7%C3%A3o-Uunicode.pdf](https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2018/02/Livro_Mudan%C3%A7as-Clinaticas-em-Rede_eBook-Conflito-de-codifica%C3%A7%C3%A3o-Uunicode.pdf). Acesso em: 23 dez. 2024.
- ANDERS, Gustavo Caminati. Abrigos temporários de caráter emergencial. 2007. 120 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-19092007-102644/>. Acesso em: 5 nov. 2024.
- ARCHITONIC. Integer Bamboo House. *Architonic*, c2025. Disponível em: <https://www.architonic.com/es/project/oval-partnership-integer-bamboo-house/5100913>. Acesso em: 07 abr. 2025.
- CAO, Lilly. Quão eficiente é o bambu para aplicações estruturais? ArchDaily Brasil, 2020. Disponível em: [https://www.archdaily.com.br/br/934550/quao-eficiente-e-o-bambu-para-aplicacoes-estruturais?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com.br/br/934550/quao-eficiente-e-o-bambu-para-aplicacoes-estruturais?ad_medium=gallery). Acesso em: 10 jan. 2025.
- BARELLI, Breno Giordano Pensa. Design para sustentabilidade: modelo de cadeia produtiva do bambu laminado colado (BLC) e seus produtos. 2009. 131 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/89698>. Acesso em: 19 jan. 2025.
- BOOGAARD, Raquel Van den. Estudo da viabilidade técnica do uso do bambu laminado colado na construção civil. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6318>. Acesso em: 12 fev. 2025.
- CARDOSO JUNIOR, Maurício Lima. Recomendações para projeto de piso de bambu laminado colado-BLC. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/18478>. Acesso em: 27 jan. 2025.
- DA SILVA TOMAZIA, Anna Julia Ferreira et al. Os Impactos ao Meio Ambiente Causados pelos Descarte de Materiais e Resíduos de Obras da Construção Civil. **Revista do Encontro de Gestão e Tecnologia**, v. 1, n. 04, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11395796>. Acesso em 13 abr. 2025.
- DE ALMEIDA, Amanda Ceinoti et al. Panorama internacional e nacional do uso e aplicação do sistema construtivo Cross Laminated Timber–CLT. *Conjecturas*, v. 22, n. 13, p. 672-701, 2022. Disponível em:



[https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Silva-220/publication/363931761\\_Panorama\\_internacional\\_e\\_nacional\\_do\\_uso\\_e\\_aplicacao\\_do\\_sistema\\_construtivo\\_Cross\\_Laminated\\_Timber\\_-\\_CLT/links/6556270ece88b87031ed2d24/Panorama-internacional-e-nacional-do-uso-e-aplicacao-do-sistema-construtivo-Cross-Laminated-Timber-CLT.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Silva-220/publication/363931761_Panorama_internacional_e_nacional_do_uso_e_aplicacao_do_sistema_construtivo_Cross_Laminated_Timber_-_CLT/links/6556270ece88b87031ed2d24/Panorama-internacional-e-nacional-do-uso-e-aplicacao-do-sistema-construtivo-Cross-Laminated-Timber-CLT.pdf). Acesso em: 15 fev. 2025.

DBAMBU. Tábua de Bambu AF5. *DBambu*, 2025. Disponível em: <https://pt.dbambu.net/tabuas-de-bambu-af5/>. Acesso em: 07 abr. 2025.

Defesa Civil do Estado de Santa Catarina. Plano de Contingência de Operação da Barragem Norte de José Boiteux. In: Levantamento Cadastral e Análise de Impactos Socioambientais na Terra Indígena Laklãnõ. Defesa Civil de Santa Catarina, Florianópolis (2020). Disponível em: <https://www.pmjb.sc.gov.br/uploads/sites/474/2023/01/Plano-de-Contingencia-Comunidade-Indigena-para-Consulta-Publica.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

DRUMOND, Patrícia Maria et al. Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1078373>. Acesso em: 29 out. 2024.

GBCBrasil. A indústria de cimento emite tanto CO2 quanto a Índia. 2023. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/a-industria-de-cimento-emite-tanto-co2-quantos-a-india-quais-ao-os-desafios-enfrentados/>. Acesso: 27 fev. 2025.

KAI, Zheng; XUHE, C. Potential of bamboo-based panels serving as prefabricated construction materials. 2006. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=a08705ec956dea028da21e2e9850da563afca567>. Acesso em: 03 fev. 2025.

LAPO, Luis Eduardo Rebolo; BERALDO, Antonio Ludovico. Bambu laminado colado (BLC). Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 1, n. 2, p. 165-177, 2008. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/761>. Acesso em: 16 jan. 2025.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha, OSTAPIV, Fabiano (Org). Bambu: caminhos para o desenvolvimento sustentável. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197060>. Acesso em: 29 out. 2024.

LIMA, José Antônio Ribeiro de. Avaliação das consequências da produção de concreto no Brasil para as mudanças climáticas. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.3.2010.tde-23082010-105858>. Acesso em: 05 jan. 2025.

MARINHO, Andrea Cito. Abrigo desmontável para emergências ambientais utilizando painel-sanduíche de Bambu. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/23912/23912.PDF>. Acesso em: 09 out. 2024.

MOIZÉS, Fábio Alexandre. Painéis de bambu, uso e aplicações: uma experiência didática nos cursos de Design em Bauru, São Paulo. 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/96263>. Acesso em: 15 jan. 2025.

NOGUEIRA, Cláudia de Lima. Painel de bambu laminado colado estrutural. 2008. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.11.2008.tde-30052008-143617>. Acesso em: 20 jan. 2025.



ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Disaster Reduction and Sustainable Development: understanding the links between vulnerability and risk related to development and environment. Background document for the World Summit on Sustainable Development (WSSD). Revisão no. 5, 17 de maio de 2002. Disponível em: <http://www.unisdr.org>. Acesso em: 12 nov. 2024.

PEDRANGELO, Alessandra de Castro Silva et al. Potencialidades do material bambu: uma revisão bibliográfica. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão, v. 5, n. 7, 2020. Disponível em: <https://revistas.ifpr.edu.br/index.php/mundietg/article/view/995>. Acesso em: 12 fev. 2025.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. Bambu de corpo e alma. Bauru, SP: Canal 6 Projetos Editoriais, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/311948892\\_Bambu\\_de\\_Corpo\\_e\\_Alma](https://www.researchgate.net/publication/311948892_Bambu_de_Corpo_e_Alma). Acesso em: 18 jan. 2025.

PEREIRA, M. do C. S. Produção e consumo de produtos florestais: perspectivas para a Região Sul com ênfase em Santa Catarina. Florianópolis: Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul, 2003. Disponível em: [https://www.brde.com.br/media/brde.com.br/doc/estudos\\_e\\_publicacoes/Producao%20e%20Consumo%20de%20Produtos%20Florestais.pdf](https://www.brde.com.br/media/brde.com.br/doc/estudos_e_publicacoes/Producao%20e%20Consumo%20de%20Produtos%20Florestais.pdf). Acesso em: 13 fev. 2025.

PEREIRA, M. A. dos R. Projeto bambu: manejo e produção do bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) cultivado na UNESP/Campus de Bauru e determinação de suas características físicas e de resistência mecânica. Relatório FAPESP (2003/04323-7), 2006.

RIVERO, Lourdes Abbade. Laminado colado e contraplacado de bambu. Campinas: UNICAMP, 2003. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=464500>. Acesso em: 11 fev. 2025.

SANTOS, Thiago Oliveira dos. Projeto e construção de uma máquina de seccionamento longitudinal de bambu. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/142906>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SHARMA, Bhavna et al. Engineered bamboo: state of the art. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Construction Materials, v. 168, n. 2, p. 57-67, 2015. Disponível em: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/full/10.1680/coma.14.00020>. Acesso em: 10 nov. 2024.

VASCONCELOS, Giulan Antonio Rodrigues de. Uso do bambu laminado colado (blc) para condicionamento acústico. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/26554>. Acesso em: 10 fev. 2025.

XIAO, Y. et al. An experimental study on shear strength of glulam. Construction and Building Materials, v. 150, p. 490-500, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.06.005>. Acesso em: 10 fev. 2025.

XIAO, Yan; INOUE, Masafumi; PAUDEL, Shyam K. (Ed.). Modern Bamboo Structures: Proceedings of the First International Conference. CRC Press, 2008. Disponível em: [https://www.academia.edu/11094831/Modern\\_Bamboo\\_Structures\\_Editors](https://www.academia.edu/11094831/Modern_Bamboo_Structures_Editors). Acesso em: 06 fev. 2025.

XIAO, Yan et al. Two-by-four house construction using laminated bamboos. In: WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING (WCTE), 2010, Trento, Italy. Anais... Trento:



WCTE, 2010. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/265004756\\_Two-by-four\\_house\\_construction\\_using\\_laminated\\_bamboos](https://www.researchgate.net/publication/265004756_Two-by-four_house_construction_using_laminated_bamboos). Acesso em: 07 fev. 2025.

XIAOBING, Yu. Bamboo: Structure and Culture: Utilizing Bamboo in the Industrial Context with Reference to Its Structural and Cultural Dimensions. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universität Duisburg-Essen, Alemanha, 2007. Disponível em:  
<https://core.ac.uk/download/pdf/33799224.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2024.