

## **ESTUDO DE CASO: CASA DE BAMBU NA ECOVILA MÃE TERRA**

Amanda Helena Ludwig

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis  
(amandahludwig@hotmail.com)*

Lucas Dutra Souza

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis  
(luucasdutrassouza@gmail.com)*

Ana Lúcia Carrijo Adorno

*Professora Doutora, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis (ana.carrijo@unievangelica.edu.br)*

Kíria Nery Alves do Espírito Santo Gomes

*Professora Mestra, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis  
(kiriagomes@gmail.com)*

### **RESUMO**

A indústria da construção civil é uma grande consumidora de recursos naturais e de energia, sendo conseqüentemente uma das indústrias mais prejudiciais ao meio ambiente. Muito do grande consumo de recursos desta indústria está relacionada à produção dos materiais de construção convencionais, como o cimento e a madeira, por exemplo. A necessidade de conscientização em relação à escassez destes recursos naturais é imediata. Uma possível solução para este problema seria a utilização de materiais mais sustentáveis na construção civil, como o bambu. De modo geral, o bambu é uma planta com alto potencial de produção em larga escala, que consome grande parte do gás carbônico presente em nossa atmosfera. Suas características mecânicas são favoráveis a sua utilização como sistema estrutural em construções, já que este material possui alta resistência mecânica aos esforços solicitantes. Neste trabalho fez-se uma revisão bibliográfica sobre o bambu e suas potencialidades, evidenciando principalmente as características que favorecem a sua utilização na construção civil. Realizou-se um estudo de caso de uma casa que utiliza o bambu como principal material construtivo do sistema estrutural.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bambu. Bioconstrução. Sustentabilidade. Construção civil.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o alto crescimento populacional, e um processo de urbanização territorial cada vez maior ao longo do tempo, o mundo vem enfrentando grandes consequências, com um impacto ambiental que afeta diretamente a natureza como um todo. Estima-se que a indústria da construção civil seja responsável pelo consumo de 20 a 50% de todos os recursos naturais disponíveis (SJÖSTRÖM, 1996 *apud* JOHN, 2000), e segundo John (2000), considerando que no Brasil são produzidos aproximadamente 35 milhões de toneladas de cimento Portland por ano, assumindo que este cimento é misturado com agregados a um traço médio de 1:6, em massa, pode-se estimar um consumo anual de 210 milhões de toneladas de agregados somente na produção de concretos e argamassas.

Na engenharia civil, a busca por materiais construtivos de baixo custo e menor impacto ambiental são focos de estudos, e englobam os mais diferentes materiais, como o bambu. Se forem consideradas as relações resistência/massa específica e rigidez/massa específica do mesmo, tais valores superam as madeiras e o concreto, podendo ser tais relações comparáveis, inclusive, ao aço (JANSSEN, 2000).

Além de possuir boas características mecânicas, segundo Pereira e Beraldo (2016), o bambu contribui também para a retirada da atmosfera de toneladas de dióxido de carbono, pois consome este gás em grandes quantidades, principalmente durante seu desenvolvimento. Analisando esse contexto da dificuldade enfrentada pela população mundial em relação a degradação ambiental, e a associando com o grande déficit habitacional que o Brasil vive, o bambu pode oferecer uma boa oportunidade para combater esse cenário. Sendo mais leve, mais barato, mais econômico e de fácil acesso e cultivo, o mesmo possui um enorme potencial para ser o principal material a ser utilizado na construção de habitações sociais, tanto no Brasil, quanto ao redor do mundo.

## 2 SUSTENTABILIDADE

Fundamentalmente, o significado de sustentabilidade seria: “um somatório de ações e processos para manter a preservação do ecossistema, proporcionando a existência e a reprodução da vida, sendo presente nas futuras gerações para assim ter uma continuidade no desenvolvimento humano.” (BOFF, 2017).

Para Almeida (2002), para se ter um melhor entendimento do que significa sustentabilidade, devemos atribuir um senso amplo à palavra “sobrevivência”, com o desafio da sobrevivência da espécie, que atualmente confronta as consequências do uso desenfreado de elementos naturais sendo transformados e acumulados pelo homem.

### 2.1 BIOCONSTRUÇÃO

O conceito que serviu como base para a bioconstrução em si é denominado permacultura. O termo foi criado pelo ecologista Bill Mollison, podendo ser definida como “um conjunto de métodos de design e manutenção de casas, jardins, vilas ou comunidades autosustentáveis”. Segundo Mollison e Slay (1998), as técnicas construtivas devem

também envolver os não profissionais, garantindo autonomia aos usuários da permacultura (CANTARINO, 2016).

Segundo Cantarino (2016), a bioconstrução é um método da construção civil que visa reunir diferentes tecnologias, do passado e atuais, para garantir que o processo construtivo tenha o menor impacto ambiental possível, garantindo a sustentabilidade tanto na construção, quanto no pós obra. Esse conceito vai muito além do simples fato de utilizar materiais ecologicamente corretos, e engloba medidas como o reaproveitamento e economia de água, o uso de fontes alternativas de energia (solar e eólica, por exemplo), a coleta e reciclagem de lixo, e métodos construtivos disponíveis e de fácil acesso ao local da obra, providos da natureza, como o bambu, a palha ou o barro.

## 2.2 BAMBU

O bambu é uma planta que tem inúmeras funções. Além de proteger o solo, sequestrar o carbono, servir de alimento e ser utilizado em construções, também pode diminuir o desmatamento de florestas. Colhendo-se o bambu da maneira correta, a área não fica devastada, passando despercebido que foi realizada uma colheita. Além disso, a planta possui uma rápida evolução, desenvolvendo alturas de até 30 metros. (PEREIRA, BERALDO, 2016).

“Na China se considera o bambu como sendo uma família, composta de mãe, filha, avó e até bisavó” (PEREIRA; BERALDO, 2016). Já se mostrando um forte laço cultural na região asiática, o bambu está diretamente ligado ao cotidiano da população de países como Índia, Sri Lanka, China, Japão entre outros. Em alguns casos no passado, a semente do bambu foi utilizada para alimentação de pessoas que passavam por uma grande escassez de alimentos, substituindo assim o arroz, prato típico da região asiática (MITFORD, 1896). Segundo Pereira e Beraldo (2016), existem antigos caracteres chineses que mostram a utilização do bambu desde os anos 1600 a 1100 antes de Cristo.

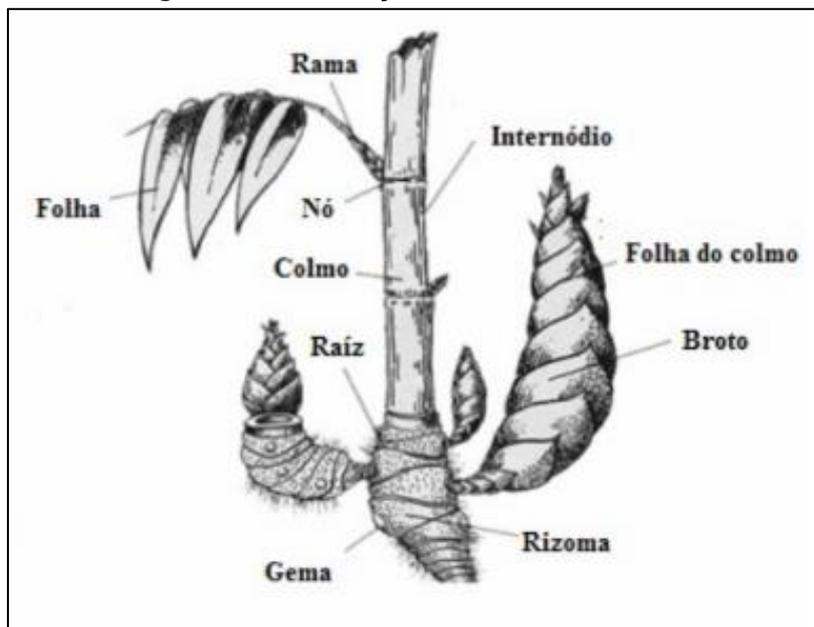
No Brasil, antes da chegada dos portugueses, os indígenas utilizavam fibras naturais – como o bambu nativo e o imbé, por exemplo – para suas construções. Essas técnicas continuaram sendo utilizadas no início do período de colonização pelos colonizadores, porém, ao longo do tempo esses recursos foram substituídos por outros, e suas aplicações se limitaram a utensílios domésticos, armaduras e outros dispositivos. No Brasil existem cerca de 200 espécies de bambu, sendo estas exóticas e nativas, categorizando o maior líder de manifestações de bambu nas Américas (DRUMOND E WIEDMAN, 2017). Porém, sua atividade econômica não é muito aproveitada no território brasileiro, em grande parte por falta de conhecimento e tecnologia para usar o bambu em toda região do país, já que o mesmo não é uma planta favorável para algumas localidades.

### 2.2.1 Morfologia do bambu

O bambu não é considerado uma árvore, como a maioria das pessoas pensam. Ele é uma planta lenhosa, monocotiledônea e pertencente a família *Graminae*. Seu tamanho pode variar, desde alguns centímetros, como no caso do *Phyllostachys Nigra Muchisasa*, ou bambu preto, até muitos metros de altura, como no caso do *Dendrocalamus Giganteus*,

ou bambu gigante (PEREIRA, 2012; HIDÁLGO-LOPEZ, 2003, tradução nossa). O bambu é composto basicamente por uma parte subterrânea (rizoma e raízes) e outra parte aérea (colmos), que contém galhos, folhas e até mesmo flores, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Constituição básica de um bambu



Fonte: OBEROI, 2004.

## 2.2.2 Principais espécies de bambu para construções

Para a construção civil especificamente, as espécies mais recomendadas, de acordo com Sitio da Mata (s.d.), são a *Guadua Angustifolia* e a *Dendrocalamus Gigantes*. Ambas espécies não se alastram, pois são entoceirantes, e possuem origem tropical. No Quadro 1, são apresentadas algumas características e indicações quanto ao uso das espécies mais recorrentes, de acordo com o *International Network for Bamboo and Rattan* (INBAR) (apud Pereira e Beraldo, 2016).

Quadro 1 - Espécies de bambu mais comuns no Brasil

(continua)

Espécie	Indicado para:	Características
<i>Bambusa vulgaris</i>	Construção; polpa e papel; cercas; móveis; andaimes; artesanato.	Altura dos colmos: 15 - 25 m; Espessura da parede: 7 - 15 mm; Clima e solo: variedade de clima e solo, até 1500m de altitude.
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Muito usado para construções e para confecção de laminados; polpa e papel; utensílios e alimentos.	Altura dos colmos: 24 - 40m; Espessura da parede: parede espessa 1 - 3cm; Clima e solo: tropical úmido; regiões subtropicais; preferencialmente solos ricos.

**Quadro 1 - Espécies de bambu mais comuns no Brasil**

(conclusão)

Espécie	Indicado para:	Características
<i>Guadua angustifolia</i>	Muito usados para construção de casas de baixo custo.	Altura dos colmos: até 30m Espessura da parede: 1,5 - 2cm Clima: Tropical Solo: Médios a ricos, cresce ao longo de rios ou colinas.

Fonte: Pereira e Beraldo, 2016. Quadro adaptado do texto.

### 2.2.3 Características físicas e mecânicas gerais do bambu

Segundo Nogueira (2008), as propriedades físicas e mecânicas do bambu estão diretamente correlacionadas com suas propriedades químicas e anatômicas. Internamente, a composição do bambu é uma mistura de lignina, que é uma substância que dá grande rigidez a planta, e celulose, que é um polímero natural. De acordo com Ghavami e Rodrigues (2000), as fibras se concentram mais a medida em que se consideram pontos na espessura cada vez mais próximos da casca, de forma que o material possa resistir às cargas de vento, que são as solicitações mais constantes durante a vida do material na natureza. Liese (1998) indica que o conjunto vascular é o componente estrutural do bambu que possui maior variedade no colmo do bambu, sendo diferente ao longo da estrutura do colmo. A base do colmo, por exemplo, possui uma estrutura diferente em relação as demais partes do colmo, como o topo.

Em um estudo realizado por Ghavami (1989), os principais fatores que podem influenciar as características mecânicas do bambu são: espécie, idade, tipo de solo, condições climáticas, período de colheita, teor de umidade das amostras, localização das mesmas em relação ao comprimento do colmo, presença ou ausência de nós nas amostras testadas e tipo do teste aplicado.

## 3 ESTUDO DE CASO: CASA DE BAMBU – ECOVILA MÃE TERRA

No estudo de caso, analisou-se um projeto, ainda não concluído, de uma casa de bambu localizada na cidade de Hidrolândia - GO, localizado a 44km de distancia de Goiania capital do estado de Goiás. A casa fica no condomínio Encontro das Águas, Via EA2, quadra 05, chácara 22. O projeto tem um total de aproximadamente 400 m<sup>2</sup> de área construída, possuindo dois pavimentos, sendo que o primeiro pavimento (Figura 2) é dedicado às áreas comuns, como a sala de estar, cozinha, área de serviço, garagem externa e um lavabo.

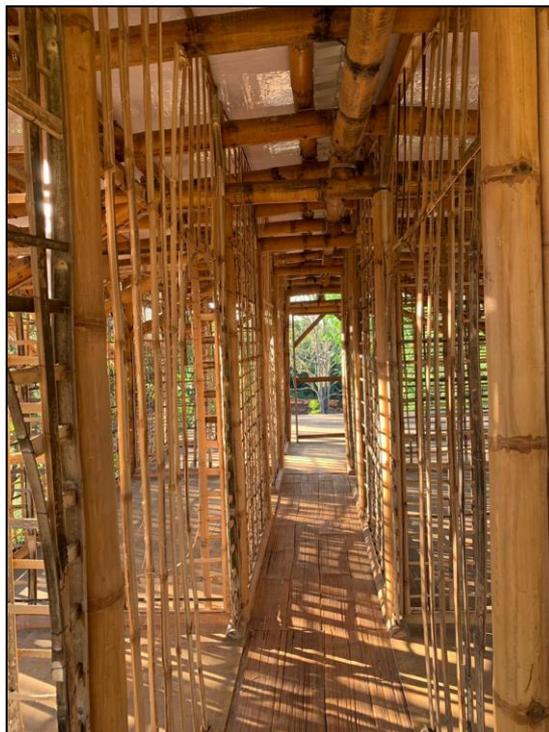
**Figura 2 – Piso inferior da residência**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

Já o piso superior (Figura 3) é dedicado para os moradores em si, contendo dois quartos, um banheiro, um cômodo para o armazenamento de roupas, de uso comum, um ambiente para práticas espirituais, e uma varanda externa, como área de convivência dos moradores e seus convidados.

**Figura 3 - Corredor de acesso aos cômodos da área pessoal**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

A construção foi iniciada em 2016, com a previsão de que ficasse pronta em menos de um ano, pois o casal idealizador do projeto, Lilian e Christofer Massetti, tinham pressa para morar no local, antes do nascimento de sua filha. Entretanto, por conta das dificuldades encontradas durante o processo construtivo da casa, que serão apontadas no Item 3.1.2 trabalho, não foi possível que este prazo fosse alcançado. Ainda em 2019, eles estão se dedicando ao projeto, que já está com a parte estrutural completa, com a fundação pronta, vigas e pilares executados, e o piso do pavimento superior já feito, assim como o contrapiso do pavimento inferior. A nova previsão de término da obra seria em julho de 2019, porém, Massetti se lesionou durante a construção da casa, adiando mais uma vez o prazo. Afim de acelerar a finalização da obra, o casal promove diferentes mutirões, para que pessoas de fora possam contribuir com a causa deles, e em contrapartida possam aprender um pouco mais sobre o processo construtivo da casa.

O local que foi escolhido para a realização da obra é uma chácara, onde outros familiares de Lilian e Christofer também moram, mas cada um em sua residência. Apesar de ter diferentes casas, todos seguem os princípios básicos da permacultura no local, podendo ser encontrado no local hortas orgânicas, agroflorestas e até mesmo processos de compostagem.

### 3.1 O PROJETO

Por motivações pessoais, os idealizadores do projeto seguiram fielmente o estilo de vida pregado pela permacultura, tanto no projeto da casa, quanto no local em que a residência é localizada. Tudo o que é feito na Ecovila parte de seus proprietários. A casa possui um cunho muito pessoal, desde a concepção do projeto, até a execução em si. O projeto foi inteiramente feito pelos proprietários Christofer e Lilian, que estiveram presentes ativamente em todas as etapas da construção. Além de projetista, Christofer Masetti é o principal construtor da obra, contando com o auxílio de alguns funcionários temporários, que o ajudam a materializar o tão sonhado projeto. Ele cita também que grande parte do trabalho é feito de maneira artesanal, por conta dos mínimos detalhes e cuidados que o bambu exige para sua função como estrutura. A casa segue também princípios do feng shui, técnica oriental utilizada para harmonizar a energia dos ambientes. Exemplo disso é a separação de cômodos por função, como o espaço para armazenar roupas, e o cômodo para práticas espirituais (Figura 4), citados anteriormente.

Inicialmente, para projetar a estrutura da casa, Christofer se baseou em um curso de construções em bambu, feito logo após sua formação no ensino superior, que utilizava como base as normas estrangeiras para construções em bambu, já que, no Brasil, não existe uma norma definida pela ABNT para isso. A fim de promover discussões sobre a formalização de uma norma no país, foi criada a Comissão de Estudos de Estruturas em Bambu, que faz parte do Comitê Brasileiro de Construção Civil. Algumas reuniões foram promovidas pela Comissão, inclusive no Estado de Goiás, para a discussão sobre o texto da norma. Uma norma que pode auxiliar na criação de projetos em bambu é a norma NBR 7190 – Projeto de estruturas de madeira, por conta da semelhança entre as características físicas e mecânicas entre os dois materiais (REDE BAMBU BRASIL, 2018).

**Figura 4 - Cômado dedicado às práticas espirituais,  
com janela e porta circulares**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

Apesar de não existir uma norma no Brasil, outros países possuem normas para a construção em bambu, como a Índia, o Peru e a Colômbia. Para confirmar o desempenho estrutural de sua residência, Masetti fez os cálculos estruturais de vigas e pilares em bambu utilizando como referência o Título G, da Norma Colombiana NSR-10, sobre Madeira e *Guadua* (espécie de bambu gigante presente na América Latina, usado na construção civil em larga escala na Colômbia). Para os cálculos da fundação, feita em concreto, foi utilizada a norma NBR 6118:2003 – Estruturas em concreto armado, presente em boa parte do curso de engenharia civil.

### **3.1.1 Metodologia do sistema estrutural**

Masetti (2019) escolheu o bambu para ser a matéria prima fundamental do projeto, por acreditar que este é o material mais sustentável para a construção civil no presente. Ele aponta o fato de que a planta poder crescer de forma mais rápida se comparada à madeira, tendo brotos continuamente ao longo do tempo, sem ter a necessidade de desmatamento no local quando realizada sua colheita. Além disso, a planta pode contribuir com o solo e com a redução de gás carbônico presente na atmosfera. Para o sistema estrutural do projeto, especificamente nas vigas e pilares (Figura 5), assim como em parte do piso superior, a espécie escolhida foi o *Dendrocalamus Asper* (bambu gigante), utilizado em sua forma natural e em forma de ripas. Já o *Bambusa Tuldoides* foi escolhido para a confecção das tramas (malhas) das paredes internas (Figura 6), que receberão posteriormente o barro da técnica de pau a pique.

Os bambus foram adquiridos de fornecedores que ficam distantes da região de Goiânia-GO . Christofer precisou se deslocar até o Estado de São Paulo para adquirir a primeira leva de bambus gigantes, onde o mesmo precisou fazer a seleção, colheita e o transporte dos materiais até sua residência. Por conta da necessidade de mais bambus para a finalização da parte estrutural, Masetti precisou recorrer novamente a outro fornecedor, desta vez localizado em Luziânia-GO, cidade próxima ao Distrito Federal. O processo de escolha dos bambus, sua colheita e o transporte foi feito novamente pelo próprio Christofer.

**Figura 5 - Utilização do bambu *Dendrocalamus Asper* em elementos estruturais da casa - vigas e pilares**



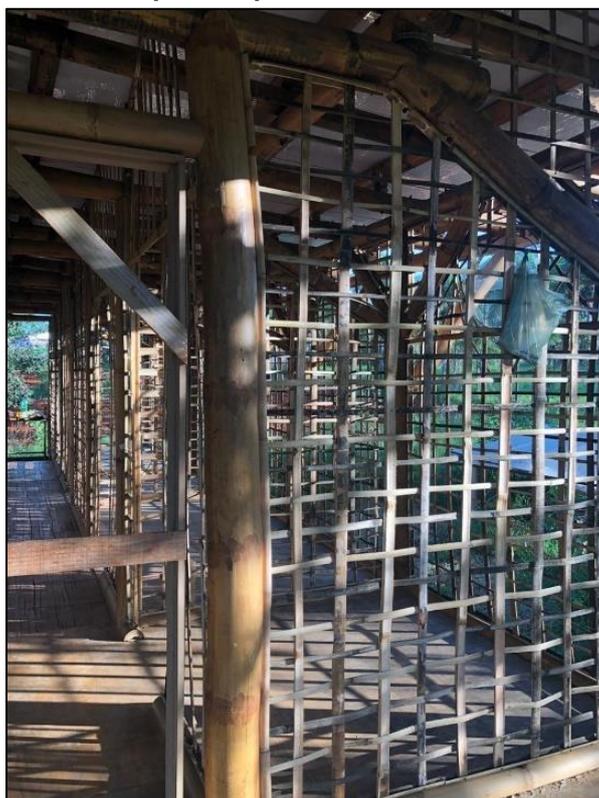
Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

O *Dendrocalamus Asper*, conhecido popularmente como bambu gigante, tem sua origem na região sudeste da Ásia, sendo trazida para o Brasil por colonizadores portugueses, provavelmente. Suas touceiras são de grande porte, podendo alcançar até 30 metros de extensão, e os diâmetros na base dos colmos podem atingir mais de 30 cm, levando em consideração o cultivo no Brasil. É o bambu de maior porte encontrado no país atualmente. Sua principal utilização é como elemento estrutural, e na fabricação de produtos em bambu laminado colado (TOMBOLATO; GRECO; PINTO, 2012).

O outro tipo de bambu utilizado foi o *Bambusa Tuldoides*. Assim como a grande maioria das espécies de bambu, o *Bambusa Tuldoides* tem sua origem na China, no continente asiático. Seus colmos são de médio porte, podendo alcançar até 17 metros de

altura, e até 5 cm de diâmetro. Essa espécie é bastante utilizada para construções leves, principalmente no meio rural (TOMBOLATO; GRECO; PINTO, 2012).

**Figura 6 - Malhas feitas de *Bambusa Tuldooides* para as paredes internas**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

Após a seleção dos colmos dos bambus que seriam utilizados na obra, foi necessário realizar o tramento dos mesmos, afim de torná-los mais resistentes à biodegradação natural que esse material sofre. O bambu em sua forma natural, sem um devido tratamento, possui baixa durabilidade quando exposto as intempéries da natureza. Por ser o principal elemento estrutural da casa, e por estar exposto ao meio ambiente, foi necessário realizar um tratamento dos colmos de bambu, para que os colmos não sofram degradação, afetando a segurança dos futuros moradores. O tratamento foi feito após a colheita do material, na própria Ecovila Mãe Terra.

Os bambus que foram usados na construção receberam o tratamento do tipo Bórax (Figura 7). De acordo com Masetti (2019), o uso do tratamento com bórax foi feito pela questão da sustentabilidade que o processo oferece, já que é considerado por ele o mais eficiente, com menor impacto ambiental possível, e mais acessível para a execução. É um tratamento que utiliza fertilizantes orgânicos, e que, na mesma solução, pode ser utilizado para o tratamento de diversos colmos de bambu. A solução básica do tratamento do tipo bórax é composta por ácido bórico e o bórax, um sal à base de boro. Os produtos foram adquiridos em uma loja idônea.

O tratamento foi feito no bambu gigante (*Dendrocalamus Asper*) por imersão vertical. Os nós do bambu são furados para que a mistura do bórax possa atingir o colmo em sua totalidade. Apenas o último nó, que fica na parte inferior do colmo, não deve ser

furado. O bambu deve ser posicionado verticalmente, e seu interior deve ser preenchido com essa solução de bórax e ácido bórico. A medida utilizada para o tratamento dos colmos utilizados na casa foi de um quilo de ácido bórico, para um quilo de bórax, para 60 litros de água, em cada mistura da solução. Para os bambus menores (*Bambusa Tuldooides*), foi feita uma caixa, onde os bambus foram imersos nesta mesma solução.

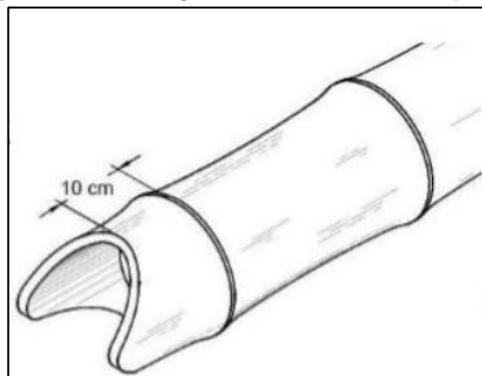
**Figura 7 - Exemplo de preparação da solução com bórax e ácido borácico, para imersão dos colmos**



Fonte: MORAR DE OUTRAS MANEIRAS, s.d.

Com relação ao sistema conectivo, a norma NSR-10 (2010), a fim de padronizar esses sistemas para a ligação entre bambus *guadua* nas estruturas, utiliza a norma NTC 5407 – Uniões em estruturas com *Guadua angustifolia kunth*. Os três tipos de corte recomendados pela norma, que são utilizados para a confecção de sistemas conectivos entre os bambus, são o corte reto, o corte boca de peixe (Figura 8) e o corte bico de flauta.

**Figura 8 - Ilustração do corte boca de peixe**



Fonte: NSR-10, 2010.

Na casa, foi usada uma furadeira, com o acessório serra-copo, para efetuar os cortes nas diferentes peças de bambu. Neste caso, só foi utilizado o corte boca de peixe para a ligação dos bambus nas estruturas dos pilares e vigas (Figura 9), assim como nas ligações entre os próprios colmos de bambu, quando necessário. O corte boca de peixe é o corte mais utilizado para a união entre dois colmos de bambu. É um corte côncavo e transversal ao eixo do colmo

**Figura 9 - Instrumento utilizado para realizar o corte boca de peixe, e conexão boca de peixe entre bambus**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

A recomendação da norma é que as conexões entre dois bambus sejam feitas com parafusos metálicos, desde que estes recebam devido tratamento anticorrosivo, para não afetar a vida útil dos bambus que serão unidos. Essa conexão também pode ser feita com o uso de chapas metálicas, como ilustrado na Figura 10, a seguir.

**Figura 10 - Conexões utilizando chapas e parafusos metálicos e corte boca de peixe**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

Para a junção de bambus e elementos de concreto, podem ser utilizadas conexões metálicas ou âncoras, desde que recebam o devido tratamento anticorrosivo. No caso da utilização de mais de um bambu para a construção de um elemento estrutural como a viga, os mesmos deverão estar unidos entre si por parafusos ou barras roscadas, além das cintas metálicas, para garantir que os elementos trabalhem em conjunto e que estejam estáveis conforme a Figura 11, a seguir. Todos esses conectores devem ser devidamente projetados para resistir aos esforços gerados nas uniões.

Para combater os grandes vãos, Masetti utilizou madeira reflorestada para a conexão entre diferentes colmos de bambu. Essa escolha foi feita para que não houvesse vãos entre as ligações, além de reforçar a resistência nesses pontos específicos. Esse processo também foi necessário por conta do não aproveitamento total de toda extensão do bambu, que possuem diferentes alturas, de acordo com cada peça.

**Figura 11 - Ligação entre bambus em vigas**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

Para o dimensionamento dos elementos estruturais, foi utilizada uma metodologia de cálculo encontrada na norma NSR-10 (2010). De acordo com a norma, para efeitos de cálculo, todas as uniões devem ser consideradas articuladas, e não deverá ser considerada a transmissão de momentos entre os diferentes elementos que constituem a união. Para a determinação do diâmetro de cálculo deve-se medir o diâmetro em cada segmento de colmo a ser utilizado. Essa medida deverá ser realizada em duas direções perpendiculares entre si. O resultado do diâmetro de cálculo será a média das quatro medições realizadas. (NSR-10, 2010).

A fundação do projeto foi executada em concreto armado, na forma de viga baldrame. Os bambus foram inseridos nos blocos da fundação, sendo preenchidos de concreto até a altura dos mesmos, conforme a Figura 12.

Christofer optou por esse método para assegurar que a estrutura seja mais estável, por não conhecer outro método seguro, e que fosse menos agressivo ao meio ambiente.

O piso do andar superior já foi executado. A idéia inicial seria de cobrir todo o pavimento com piso de ripas de bambu. Porém, pelas dificuldades encontradas devido a fisionomia não regular do material, não foi possível fazer em toda a extensão da área. Apenas a área de circulação entre os cômodos foi revestida com o material (Figura 13). Nas outras áreas do piso superior, foi utilizada a madeira compensada naval (Figura 14).

**Figura 12 - Fundação de concreto ligada a estrutura de bambu**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

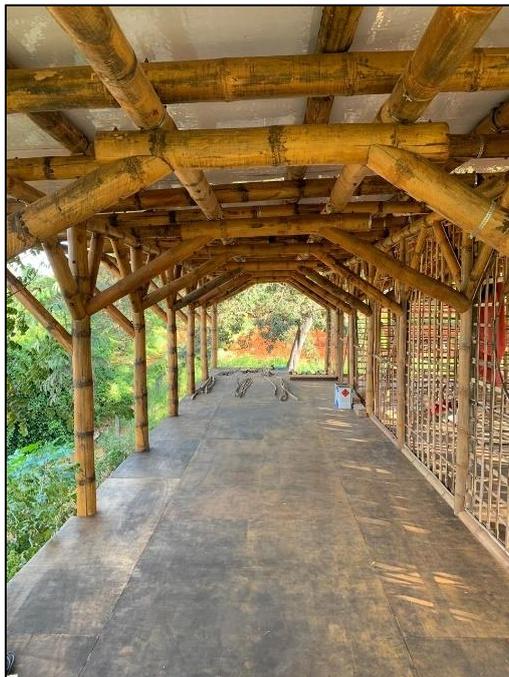
**Figura 13 - Vista superior e inferior do piso de ripa de bambu, respectivamente**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

Até o presente momento, a alvenaria de vedação ainda não foi executada, porém a ideia é de esta seja feita de adobe com fibras de bambu para a parte externa, e taipa a mão (técnica de pau a pique) para as divisões internas. As tramas de bambu foram feitas justamente para receber a técnica de pau a pique, sendo estas fixadas ao sistema estrutural em bambu através de pregos talhados, de maneira artesanal, do próprio material (Figura 15), com o objetivo de assegurar que a malha resista à força causada pela aplicação do barro.

**Figura 14 - Piso feito de madeira compensada naval**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

**Figura 15 - Pregos de bambu ligando a malha e o sistema estrutural**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

### 3.1.2 Dificuldades encontradas durante o projeto

Durante o processo construtivo da casa de bambu, localizada na Ecovila Mãe Terra, Christofer enfrentou algumas dificuldades por conta da escolha do material utilizado para essa construção: o bambu. De acordo com o mesmo, as principais dificuldades enfrentadas são:

- Por não ser um material normatizado no Brasil, existe a dificuldade de aprendizado das técnicas construtivas e dimensionamento de estruturas em bambu. Christofer aprendeu as técnicas construtivas utilizadas neste projeto através de um curso de construções em bambu realizado após a sua formação no ensino superior, e também através de estudos pessoais;
- Culturalmente, no Brasil, as técnicas construtivas convencionais são as mais utilizadas, englobando o uso do concreto, da madeira e do aço. Por não possuir espaço dentro da construção civil, existe a dificuldade em se encontrar mão de obra especializada e capacitada para a execução de construções em bambu. O próprio idealizador do projeto foi o responsável técnico e executivo da construção, atuando diretamente na concepção da estrutura em si. Esse é um dos principais fatores que afetam a finalização do projeto, já que Christofer é a única pessoa com capacitação técnica, no momento, para executar a obra;
- Christofer aponta a dificuldade de se encontrar fornecedores de bambu no Brasil. É possível encontrar fornecedores nas regiões sudeste (interior de São Paulo), e em parte da região centro oeste (Luziânia, cidade próxima à Brasília). Porém, não se encontram produções de bambu em larga escala nas proximidades do local da obra (região de Hidrolândia, próximo à Goiânia). Além do difícil acesso à estes fornecedores, normalmente a pessoa que irá comprar o material realiza a escolha, colheita e o posterior tratamento das touceiras selecionadas, deixando o processo mais lento, e mais caro;

Apesar de todas as dificuldades encontradas durante o processo construtivo até então, Christofer acredita que o bambu tem um alto potencial de utilização dentro do mercado da construção civil. Ele aponta a necessidade de mais estudos sobre métodos construtivos com bambu, assim como a necessidade de um aumento na cadeia produtiva deste material, pois o mesmo pode ser utilizado tanto em obras residenciais, como em sua própria casa de bambu, quanto em obras com maior porte estrutural.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao decorrer dos estudos para a realização deste trabalho, é possível observar que o bambu é uma possibilidade de material para o uso na construção civil. Como possui alta resistência mecânica, ele pode ser um bom substituto para a madeira, e até mesmo do concreto. Entretanto, com a falta de incentivos para a implementação do bambu na cultura do Brasil, sua utilização se torna uma realidade ainda distante. É de suma importância que

haja uma mudança neste cenário, partindo da conscientização da sociedade, incluindo principalmente estudantes e profissionais da construção civil, para que esses conheçam o real potencial do bambu. Estudos que investiguem as características mecânicas da planta, assim como a sua reação diante dos diferentes climas e tipos de solo no país são fundamentais para que o Brasil possa utilizá-lo no mercado. Quanto mais pesquisas na área, maior a facilidade de entendimento sobre seu manuseio, e sobre as técnicas construtivas que podem ser aplicadas com o bambu.

Apesar de já existirem normas para a utilização do bambu como elemento estrutural em outros países, falta uma normatização deste material para o Brasil. Essa normatização só será possível através de um já consolidado conhecimento teórico. Atualmente já existe uma mobilização para que o bambu seja normatizado no país, porém, nada definitivo. Durante o processo de estudo foi verificado também que não existe o plantio em larga escala do bambu, principalmente com as espécies propícias para a construção civil, o que dificulta a aquisição deste material. Da mesma forma, poucos profissionais possuem o conhecimento técnico necessário para executar uma construção como essa. São necessários também mais estudos sobre os tratamentos do bambu pós colheita, pois não se sabe ao certo se alguns destes tratamentos realizados nos colmos são prejudiciais ou não ao meio ambiente.

Com isso, através deste estudo realizado, acredita-se que o bambu possui um grande potencial, em larga escala, como material alternativo para a indústria da construção civil, sendo este menos nocivo ao meio ambiente, e com menos chance de destruição ambiental, ao contrário dos materiais hoje utilizados. Somente através de estudos mais específicos sobre o tema, de uma conscientização popular sobre a utilização deste material, e sua normatização, será possível introduzir de fato o bambu na construção civil no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Lisboa: Editora Nova Fronteira, 2002.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é e o que não é**. Ed. Digital. Petrópolis: Editora Vozes, 2017.

CANTARINO, C. Bioconstrução combina técnicas milenares com inovações tecnológicas. **Inovação Uniemp**, Campinas, v. 2, n. 5, dezembro 2016. Disponível em: [http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-23942006000500025&lng=es&nrm=iso](http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942006000500025&lng=es&nrm=iso).

DRUMOND, P.M.; WIEDMAN, G. **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. **EMBRAPA/Cnpq**, Rio de Janeiro, 2017.

GHAVAMI, K. *Application of bamboo as a low-cost energy material in civil engineering*. **Symposium Materials for Low Income Housing**, Cidade do México, p. 526-536, 1989.

GHAVAMI, K.; RODRIGUES, C.S. *Engineering materials and components with plants*. **CIB - Symposium, Construction & Environment**, São Paulo, 2000.

JANSSEN, J. J. A; **Design and building with bamboo**. Eindhoven: INBAR. ISBN 81-86247-46-7, 2000.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. Tese (Livre Docência) – USP, São Paulo, 2000. Acesso em: 27 ago. 2018.

LIESE, W. **The anatomy of bamboo culms**. Beijing: *International Network for Bamboo and Rattan*, 1998.

MASETTI, C. **Casa de bambu – Ecovila Mãe Terra**. Hidrolândia – GO, 16 abril 2019. Entrevista em visita técnica a Amanda Helena Ludwig e Lucas Dutra Souza.

MITFORD, A.B.F. **The bamboo Garden**. Nova Iorque: Macmillan and CO. Ltd., 1896. Disponível em: <https://archive.org/details/bamboogarden00redeiala/> Acesso em: 15 ago. 2018

NOGUEIRA, C. L. **Painel de bambu laminado colado estrutural**. 2008. Tese (mestrado) em Recursos Florestais – USP, Piracicaba, 2008.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru: Editora Canal 6, 2016.

PEREIRA, M. A. R. **Projeto Bambu: Introdução de espécies, manejo, caracterização e aplicações**. 2012. Tese (Livre-Docente) – UNESP, Bauru, 2012.

SITIO DA MATA. **Bambu para construção**. São Paulo. Disponível em: <https://www.sitiodamata.com.br/bambu-para-construcao>.