

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**JOÃO VITOR ROCHA BARBOSA**

**CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEL: UTILIZAÇÃO DE BAMBU NA  
SUBSTITUIÇÃO DA MADEIRA DE REFLORESTAMENTO NA OBRA.**

**CAMPO MOURÃO**

**2022**

**JOÃO VITOR ROCHA BARBOSA**

**SUSTAINABLE CONSTRUCTIONS: USE OF BAMBOO IN  
REPLACEMENT OF WOOD FROM REFORESTATION ON THE  
WORKPLACE.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Vera Lucia Barradas Moreira

**CAMPO MOURÃO**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**JOÃO VITOR ROCHA BARBOSA**

**CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEL: UTILIZAÇÃO DE BAMBU NA  
SUBSTITUIÇÃO DA MADEIRA DE REFLORESTAMENTO NA OBRA.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado  
como requisito para obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 29 de novembro de 2022

---

Vera Lucia Barradas Moreira  
Doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

---

Jucelia Kuchla Vieira  
Doutorado em Arquitetura e Urbanismo  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

---

Adalberto Luiz Rodrigues De Oliveira  
Doutorado em ciencias de la educacion  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

**CAMPO MOURÃO**

**2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente meus agradecimentos vão para meu maior mentor desde o início de minha jornada o esporte, principalmente ao Karatê que me orientou e me permitiu encontrar o equilíbrio necessário para vencer os obstáculos, adversidades e dificuldades na vida.

Em especial a professora orientadora Vera Lucia Barradas Moreira por ter me ajudado desde o início nesse projeto, apoiando e comprando junto a mim a ideia, sempre disposta a sanar minhas dúvidas e me orientar, sou imensamente grato por ser além de tudo isso minha orientadora de estágio onde desenvolvi minhas habilidades profissionais.

Ao meu melhor amigo que se tornou um irmão para a vida toda Miqueias Fernando que desde o momento que nos conhecemos estivemos juntos apoiando um ao outro, criando essa aliança, com honra e honestidade, agradeço todos os momentos que passamos juntos compartilhando o mesmo sentimento de estar longe de casa.

A Heloa Palma Engenharia, que desde a minha chegada nessa equipe maravilhosa fui acolhido, me sentindo parte de uma família, agradeço imensamente principalmente a Heloa Palma e Mayra do Vale pela oportunidade e todo o aprendizado, toda a orientação recebida, são líderes que levarei para a vida.

## RESUMO

A preocupação com o futuro tem ganhado muita força nas últimas décadas, em busca de um mundo mais sustentável, e quando relaciona esse assunto com a construção civil faz refletir o quanto é preciso procurar novos meios de substituição de matéria prima, pois a construção civil é uma das áreas que mais fazem uso dos recursos naturais que ocasionam degradação, e assim resultando sérias consequências ao Meio Ambiente. A falta de conhecimento acabou consolidando o uso convencional de materiais não sustentáveis como a tinta, solventes e o concreto nas execuções de obras. Ainda existe um preconceito muito grande no Brasil, que discrimina obras não realizadas pelos métodos já consolidados, tais como a alvenaria e o concreto, e pela falta de normativa técnica, alguns materiais acabam sendo descartados, como o bambu. O Bambu, *Bambuseae* nome científico, é uma matéria-prima de fácil substituição da madeira em muitos processos construtivos, pela facilidade de manejo e versatilidade na utilização, esse material “verde” apresenta inúmeras qualidades físicas e mecânicas, capaz de ser utilizado em estruturas de pequenos e médio porte. Com o objetivo de tornar o mundo mais sustentável, e diminuir o impacto causado pela construção civil, esse trabalho visa trazer uma visão elucidada da eficácia da utilização do bambu como um meio de substituição da madeira de reflorestamento em diversas áreas da construção civil, com foco principal no canteiro de obras e em processos construtivos. Através de estudo bibliográfico e pesquisas de campo com profissionais experientes na área, foram realizados levantamentos descritivos e quantitativos sobre a atual situação do Brasil e do mundo em relação ao uso do Bambu na engenharia, o que tornou possível realizar análises comparativas.

Palavras-chave: sustentável; bambu; material verde; reflorestamento.

## **ABSTRACT**

Concern for the future has gained a lot of strength in recent decades, in search of a more sustainable world, and when it relates this subject to civil construction, it makes us reflect on how much it is necessary to seek new ways of replacing raw materials, since civil construction it is one of the areas that most make use of natural resources that cause degradation, and thus resulting in serious consequences for the environment. The lack of knowledge ended up consolidating the conventional use of unsustainable materials such as paint, solvents and concrete in the execution of works. There is still a great deal of prejudice in Brazil, which discriminates against works not carried out by already consolidated methods, such as masonry and concrete, and due to the lack of technical regulations, some materials end up being discarded, such as bamboo. Bamboo, scientific name *Bambuseae*, is a raw material that is easy to replace wood in many construction processes, due to its ease of handling and versatility in use, this "green" material has numerous physical and mechanical qualities, capable of being used in small and medium size. With the objective of making the world more sustainable, and reducing the impact caused by civil construction, this work aims to bring an elucidated view of the effectiveness of using bamboo as a means of replacing reforestation wood in several areas of civil construction, with a focus on at the construction site and in construction processes. Through a bibliographic study and field research with experienced professionals in the area, descriptive and quantitative surveys were carried out on the current situation in Brazil and in the world in relation to the use of bamboo in engineering, which made it possible to carry out comparative analyzes.

Keywords: sustainable; bamboo; green material; reforestation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Partes do bamboo.....	19
Figura 2 - Bambu balde.....	24
Figura 3 - Bambu <i>Guadua Angustifolia</i> .....	25
Figura 4 - <i>Dendrocalamus giganteus</i> .....	26
Figura 5 - <i>Phyllostachys Aurea</i> .....	27
Figura 6 - <i>Bambusa Vulgaris</i> .....	28
Figura 7 - <i>Bambusa Vulgaris Vittata</i> .....	29
Figura 8 - <i>Bambusa Tuldoides</i> .....	30
Figura 9 - <i>Phyllostachys Edulis</i> .....	31
Figura 10 - Bambu laminado colado "BaLC" .....	33
Figura 11 - Compensado Laminado de Bambu "Plybamboo".....	33
Figura 12 - Lâmina de bamboo.....	35
Figura 13 - Oriented Strand Board "OSB".....	35
Figura 14 - Barro e bambu "pau-a-pique" .....	37
Figura 15 - Concreto armado de bambu.....	38

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1 - Principais diferenças entre bambus herbáceos e bambus lenhosos .....18**



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

EMBRAPA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2 Objetivo Específicos</b> .....	<b>15</b>
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>16</b>
<b>4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1 O Bambu: histórico</b> .....	<b>17</b>
<b>4.2 Morfologia e Taxonomia do Bambu</b> .....	<b>18</b>
<b>4.3 Cultivo</b> .....	<b>19</b>
<b>4.4 Tratamento do Bambu</b> .....	<b>20</b>
<b>4.5 Propriedades físicas</b> .....	<b>22</b>
<b>4.6 Principais espécies de bambu utilizados na construção civil</b> .....	<b>23</b>
4.6.1 <i>Endrocalamus Asper</i> (Bambu Balde) .....	23
4.6.2 <i>Guadua Angustifolia</i> (Taboca) .....	24
4.6.3 <i>Dendrocalamus Giganteus</i> (Bambu gigante) .....	26
4.6.4 <i>Phyllostachys Aurea</i> (Bambu Dourado) .....	27
4.6.5 <i>Bambusa Vulgaris</i> (Bambu Gigante Verde) .....	28
4.6.6 <i>Bambusa Vulgaris Vittata</i> (Bambu Brasileiro) .....	28
4.6.7 <i>Bambusa Tuldoides</i> (Bambu Caipira) .....	29
4.6.8 <i>Phyllostachys Edulis</i> (Bambu Mossô) .....	30
4.6.9 Utilização do Bambu na construção civil .....	31
<b>4.7 Uso nas edificações em forma de arquitetura</b> .....	<b>32</b>
4.7.1 Bambu laminado colado .....	32
4.7.2 Compensado Laminado de Bambu (Plybamboo) .....	33
4.7.3 Placa de aglomerado .....	34
4.7.4 Lâmina de bambu .....	34
4.7.5 Oriented Strand Board – OSB .....	35
4.7.6 Painéis sanduíches de Bambu e Madeira .....	36
4.7.7 Barro e bambu (pau-a-pique) .....	37
4.7.8 Concreto armado de bambu .....	37
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	<b>39</b>
<b>5.1 Revisão Bibliográfica</b> .....	<b>39</b>
<b>5.2 Pesquisa com profissionais</b> .....	<b>39</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>41</b>

<b>6.1 Resultados pesquisa bibliográfica .....</b>	<b>41</b>
6.1.1 Bambu como um material sustentável e um bom substituto para a madeira de reflorestamento .....	41
6.1.2 Aplicabilidade do Bambu na Construção Civil .....	42
<b>6.2 O Bambu e seus usos na construção pelos especialistas das áreas.....</b>	<b>43</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE A - Roteiro da entrevista.....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos motores para o crescimento econômico e social de um país. No entanto, é um dos ramos que mais causa impacto ao meio ambiente através da utilização abundante de recursos naturais e matérias-primas não renováveis. Devido a isso, surgiu nos últimos anos uma preocupação do mercado da construção civil buscar novos meios sustentáveis que visem diminuir os danos causados ao meio ambiente (BRIZOLLA, 2017)

Entre os impactos causados pela construção civil está a exploração insensata e desenfreada da madeira, entretanto, no decorrer dos anos surgiram novas alternativas de utilização desse recurso que é o uso da madeira de reflorestamento (LIMA, 2017). Por outro lado, essa alternativa ainda pode trazer sérias consequências ao meio ambiente caso o cultivo não ocorra de maneira correta e controlada. Isso porque dependendo do tipo de árvore podem haver alterações nas propriedades do solo e prejudicar outras plantações.

Para minimizar esse e outros impactos, uma das soluções encontradas está sendo a utilização de produtos ecoeficientes, onde a produção e o uso provocam menos impactos ao meio ambiente, são inúmeros produtos que tem essa finalidade, e entre elas pode-se destacar a aplicação do bambu como uma escolha sustentável de material na construção civil e que tem um grande potencial de substituição da madeira e de outros produtos utilizados como o aço (SANTOS, 2021).

O bambu é uma planta herbácea e lenhosa pertencente à família das Gramineae ou Poaceae, com mais de 1.250 espécies classificadas e distribuídas em cerca de 90 gêneros diferentes. Crescem em climas tropicais e subtropicais, temperatura moderada, adaptado ao nível do mar e a uma altitude de quase quatro mil metros (LÓPEZ, 1974).

O bambu já vem sendo utilizado como material em diversos países asiáticos, devido ao seu valor econômico e cultural. Já no Brasil, o bambu ainda não foi agregado com veemência na construção civil, mesmo a planta tendo várias utilidades e aplicações em diferentes etapas de uma obra. São inúmeras aplicações do Bambu como material na construção civil, como por exemplo: telhados, paredes, escadas, portas, esquadrias entre outras (TEIXEIRA, 2006). O bambu é um material que analisando a suas propriedades físicas e mecânicas demonstra ser um material versátil, resistente, não demanda de grandes esforços na sua produção e não gera

consequências ao meio ambiente quando manipulados de forma consciente, muito pelo contrário, ele ajuda até a reduzir o efeito estufa, devido a eficiência no resgate de CO<sub>2</sub> (PADOVAN, 2010).

Diante dos benefícios que o bambu traz, principalmente em relação a ser um material sustentável e que pode trazer inúmeros proveitos para a construção civil, a produção de pesquisa nesse âmbito, contribuirá para a disseminação de conhecimento técnico em relação à utilidade do bambu nos canteiros de obras.

O propósito principal deste estudo é apresentar uma análise minuciosa sobre as técnicas construtivas do bambu dentro de um canteiro de obra, abordando a inovação que esse material pode trazer, propriamente na substituição da madeira de reflorestamento. Os parâmetros para verificação e análise irão ser divididos por etapas: levantar um estudo sobre os conceitos relacionados ao bambu, estudos de casos e análises comparativas.

## **2 OBJETIVOS**

A seguir são apresentados os objetivos deste estudo

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a utilização do bambu na construção civil como substituição da madeira de reflorestamento, apontando seus diversos usos como material de construção, com uma abordagem de inovação e sustentabilidade.

### **2.2 Objetivo Específicos**

- Identificar as vantagens e desvantagens da utilização do bambu na construção civil;
- Apresentar o bambu como material alternativo de inovação;
- Avaliar o uso do bambu como uma alternativa de substituição da madeira de reflorestamento, a fim de propor uma solução sustentável.
- Realizar pesquisas de campo, por meio de entrevistas e enquetes com profissionais que já aderiram ao uso do bambu em suas obras.
- Coletar informações sobre a utilidade do bambu na obra de construção.

### 3 JUSTIFICATIVA

A construção civil é responsável por 54% das emissões de Carbono do mundo e 25% da extração de madeira do planeta (CAMPOS; JUNIOR; KENUPP, 2009). Assim, diante do impacto ambiental causado, torna-se necessário estudos que viabilizem a substituição de métodos degradantes por materiais e estilos sustentáveis (SERRA; SILVA, 2020).

Diante dos dados acima, o Bambu, *Bambuseae* surge como alternativa para substituir a madeira, pelas suas características físicas e mecânicas que apresentam dados superiores, quanto à sua velocidade de crescimento e espaço de plantio reduzido (OLIVEIRA, 2012). O bambu tem sido usado amplamente em países orientais como material de construção a milênios.

O Brasil é um território vasto e é usado principalmente para agricultura e pecuária. Algumas áreas do país também são utilizadas para o cultivo de madeira de reflorestamento como medida de combate ao desmatamento e redução das vendas ilegais. O reflorestamento leva em média 21 anos para colher 500 árvores por hectare, com produtividade estimada de 450 metros cúbicos (PENTEADO; PICHELLI, 2020). O bambu cultivado pode ser colhido até 50% do caule após 5 anos, dependendo da finalidade de uso (GONÇALVES, 2018).

O bambu tem uma variedade de usos no ambiente construtivo, como postes, vigas, caibros, sarrafos, telhas, ralos, pisos e revestimentos, e quando manuseado adequadamente, o bambu pode ser tão durável quanto a madeira de lei (CAMPOS; JUNIOR; KENUPP, 2009).

Nesse contexto, elaborar estudos que possam conferir ao setor da construção civil maior sustentabilidade, apontando as qualidades e vantagens da utilização de materiais alternativos, no caso o bambu, vem de encontro com a consciência global de preservação dos recursos naturais e do planeta para as gerações futuras.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 O Bambu: histórico

Segundo Ramos (2009), o ser humano faz uso de materiais construtivos desde a pré-história, quando o homem começou a cultivar e criar animais em um local fixo, sendo que, esses materiais foram se modernizando ao passar do tempo, até que nos dias atuais o ser humano começou a refletir sobre o uso de materiais mais sustentáveis que viesse a ser menos poluente ao Meio Ambiente, pois o planeta enfrenta diversos problemas climáticos, sendo um dos principais motivos o uso desregulado e não planejado dos recursos naturais.

Por meio de pesquisas, o bambu torna-se uma alternativa aos materiais sustentáveis, pois, segundo Ripper (1994), o bambu é um material não poluente que não necessita de muita energia e consumo de oxigênio durante sua preparação, sua fonte é renovável e de baixo custo

A história da utilização do bambu está ligada à civilização da Ásia. No entanto, teve a sua origem no Período Cretáceo, um pouco antes do início da era terciária, quando surgiu o homem (MITFORD; APUD; HIDALGO; LOPEZ, 2003). Na China, o homem e o bambu têm uma ligação desde os tempos pré-históricos, não é por coincidência que um dos primeiros radicais ou elementos da escrita chinesa tenha sido um desenho de bambu constituído por dois talos com folhas e ramos, e que se denomina CHU. A utilização do bambu foi descrita desde os anos 1600 a 1100 a.C, conforme consta em antigos caracteres chineses (BERALDO, AZZINI, 2004).

O aproveitamento do bambu teve utilidade na construção das primeiras cabanas pré-históricas pelos homens, e como utensílios essenciais para a sua sobrevivência. Ao decorrer do tempo, o bambu se fez presente na cultura de praticamente todos os povos primitivos, de todos os continentes. A fim de se protegerem contra as ameaças do cotidiano, intempéries, o homem utilizou de materiais encontrados na natureza para construir abrigos, e o bambu entrou nesta relação de materiais. (LÓPEZ, 2003 apud TEIXEIRA, 2006).



## 4.2 Morfologia e Taxonomia do Bambu

O bambu é uma palavra de origem malaia (FILGUEIRAS; GONÇALVES, 2006), mas é apenas uma das hipóteses. Acredita-se que tenha se originado do neo-árico, uma língua falada na Índia, Paquistão, Irã, Bangladesh e alguns outros países vizinhos. Em português antigo, escreveu-se mambu (século XV), mas no século XVI surgiram o mumum e o bambu. No Brasil, para nomear a planta, os indígenas usavam palavras como taboca e taquara (SILVA, 2010).

O bambu é uma planta pertencente à família das gramíneas e a subfamília Bambusoideae que divide-se em duas tribos: bambus herbáceos e os bambus lenhosos. As principais diferenças entre essas subfamílias foram relacionadas por Filgueiras e Gonçalves (2004), podendo ser vista através da tabela a seguir (Tabela. 1).

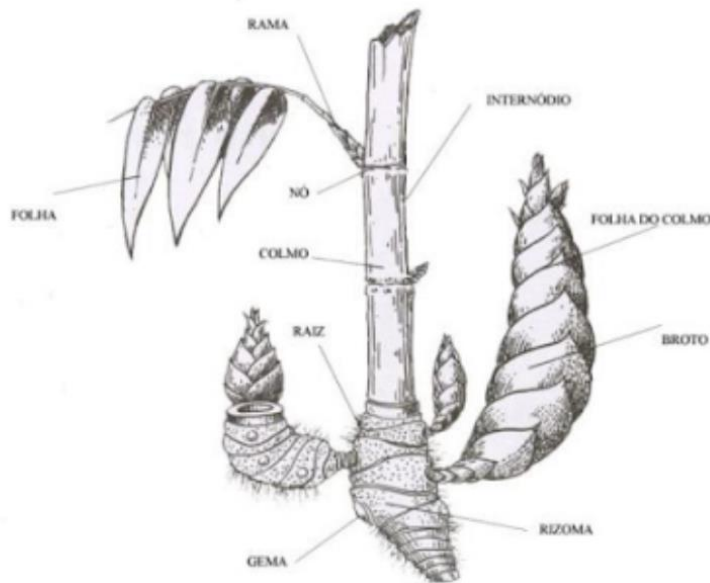
**Tabela.1 Principais diferenças entre bambus herbáceos e bambus lenhosos**

Características	Herbáceos	Lenhosos
1. Comprimento	Geralmente , 2 m	1 - 35 m
2. Ramificações	Simples	Complexas
3. Consistência do colmo	Herbáceo (não lignificado; facilmente quebrável entre dois dedos)	Lenhoso (lignificado; inquebrável entre dois dedos)
4. Folha do colmo	Ausente	Presente
5. Lígula externa	Ausente	Presente
6. Flores	Unissexuais	Bissexuais
7. Florescimento	Contínuo (Policárpico)	Sazonal (monocárpico)
8. Exposição direta ao sol	Intolerante	Tolerante

**Fonte: Filgueiras e Santos Gonçalves (2004)**

Mesmo sendo uma gramínea, os bambus possuem as mesmas características arborescentes de uma árvore, apresentando uma parte aérea constituída pelo colmo, folhas e ramificações e outra subterrânea composta pelo rizoma e raiz (Fig. 1) (SILVA, 2010).

**Figura 1 - Partes do bambu**



**Fonte: NMBA (2004)**

### **4.3 Cultivo**

O bambu cresce bem na maioria dos solos, mas solo fértil, solto e bem drenado com pH entre 5,0 e 6,5 é o melhor para o crescimento do bambu. Solos muito úmidos ou com lençol freático alto inibem seu desenvolvimento, enquanto solos salinos impedem o plantio (OLIVEIRA, 2006).

Em termos de chuvas, o bambu é bem desenvolvido, com uma pluviosidade anual superior a 1.000 mm. É um tipo de cultivo fácil de se desenvolver quando as condições são adequadas. Por isso, medidas como calagem, adubação, tratamento de cultivo e irrigação devem ser adotadas apenas quando necessário para assegurar o seu desenvolvimento. O ciclo de corte costuma ser entre três e quatro anos, quando 70% é colhido, e os 30% restantes se mantêm para garantir a sustentabilidade da produção (OLIVEIRA, 2006).

Os colmos novos são produzidos assexuadamente através da ramificação dos rizomas, que pode ocorrer de duas formas, originando-se de dois grupos de bambus, o entouceirante onde nasce e se desenvolve o colmo de bambu concentrados em touceiras, mais comuns em regiões quentes e tropicais, enquanto o grupo alastrante,

o colmo nasce e se desenvolve separadamente, este grupo é amplamente distribuído em regiões de zonas temperadas (PEREIRA, 2001).

O bambu cresce 30% mais rápido do que qualquer outra espécie de árvore, graças a este crescimento vigoroso, seu rendimento anual de peso por hectare é mais de 25 vezes o da madeira. Bambu leva em média de três a seis meses para atingir sua altura total de 30 metros (OLIVEIRA, 2012).

O sistema de plantio do material a ser propagado pode ser determinado de três maneiras, a primeira é típica da Costa Rica, varas de bambu verdes são colocadas horizontalmente, é feito um pequeno buraco em cada seção, enchendo-os com água e cobrindo com terra, com uma profundidade entre 30 a 50 centímetros; após 2 a 3 semanas, os brotos de bambu começam a aparecer (CAEIRO, 2010).

Na Ásia, são cortados os bambus em duas ou três nós, depois o plantam verticalmente um único nó a um metro de profundidade, tomando cuidado para não deixar o copo em cima para que a água não se acumule, o que pode levar à decomposição. Último e mais comum da América Latina, os nós são cortados e os gomos são dispersos pelo terreno (CAEIRO, 2010).

A floração do bambu é diferente de outras árvores do mundo porque florescem em ciclos e o bambu morre após a floração, fenômeno que ocorre em bambus, conhecido como monocarpia (DRUMOND; WIEDMAN, 2017).

#### **4.4 Tratamento do Bambu**

O tratamento inicia-se com a secagem e armazenamento dos colmos de bambu e deve ser realizado de acordo com o uso final do mesmo. Geralmente, a secagem resulta em uma melhoria em todas as suas propriedades de resistência mecânica. Pesquisas constataram que o bambu recém-cortado seca mais rápido quando colocado verticalmente em uma área coberta, limpa e bem ventilada do que quando colocado horizontalmente (OLIVEIRA, 2006).

Durante a secagem, pequenas rachaduras podem aparecer se os caules foram extraídos ainda verdes. Para evitar tais problemas, recomenda-se a secagem lenta e que os colmos sejam mantidos inteiros, Ocorre uma mudança de cor durante a secagem, de verde para amarelo (OLIVEIRA, 2006).

O bambu é um material biológico suscetível à deterioração por ataque de fungos e insetos, e tem vida útil de 1 a 3 anos sem tratamento e de 10 a 15 anos se

manuseado e usado adequadamente (PEREIRA, sd). O tratamento preservativo do bambu envolve a aplicação de diversos produtos químicos (OLIVEIRA, 2006).

Cura no mato: Após ser cortado e mantido em pé por 30 dias, mantido afastado do solo para diminuir a quantidade de seiva, este método aumenta a resistência dos colmos a brocas, mas não a fungos e cupins (OLIVEIRA, 2006).

Cura com água: Mantém armazenados os colmos em um tanque com água por vários meses, o que reduz a quantidade de seiva e aumenta sua resistência a fungos e insetos (OLIVEIRA, 2006).

No tratamento por gases de combustão, o processo visa formar Substâncias tóxicas na superfície externa do bambu pela ação da fumaça e do calor. Além disso, o método é projetado para degradar o amido dentro dos colmos. Segundo Liese (1980), esse tratamento também deve ser realizado imediatamente após a colheita e mantido em uma temperatura média de 120 a 150 °C e mantido em torno de 20 minutos. Os tratamentos químicos são mais eficazes do que os tratamentos não químicos. E pode ser feito de diferentes materiais. Vantagens do tratamento dos produtos químicos são, além de prevenir o ataque de insetos e fungos, esses também aumentam a durabilidade do material (ALVES, 2019).

Entre os materiais utilizados para o tratamento químico à base de óleo, o principal deles é o creosoto, feito por destilação de alcatrão, para uso de creosoto, o mais indicado é o método quente-frio, principalmente para bambus que iram compor peças estruturais. O método envolve a imersão dos colmos de bambu na água por cerca de 3 horas em água quente cerca de 90 °C. após o tempo em banho quente, mergulha-se os colmos no creosoto por cerca de 4 horas à temperatura ambiente. Depois disso, os colmos devem ser retiradas do banho de creosoto e armazenadas até escorrer o excesso de material (ALVES, 2019).

Já para o uso do material hidrossolúvel, o produto é dissolvido em água e essa mistura entra no interior dos colmos, criando assim uma reação com a lignina, desta maneira cria-se compostos insolúveis e tóxicos aos insetos e fungos. Para o tratamento dos colmos secos, é realizado um processo de imersão de aproximadamente 3 semanas em temperatura ambiente e 7 dias para o processo de reposição de seiva para caules verdes. O processo de reposição da seiva é feito da seguinte forma: Os colmos são colocados em posição vertical dentro do tambor junto com a solução conservante (ALVES, 2019).

À medida que a água nos colmos de bambu evapora, a solução sobe por ação capilar e entra no mesmo. Este método deve ser realizado em um local bem ventilado, propício à evaporação da água. Após uma semana, os colmos devem ser virados de cabeça para baixo para que o processo ocorra em toda a sua extensão. Ao final do tratamento, o bambu deve ser armazenado em local coberto por 30 dias para permitir que os sais completem a reação química com a lignina e que a secagem seja completa (ALVES, 2019).

#### **4.5 Propriedades físicas**

As propriedades do bambu são frequentemente comparadas às de outros materiais semelhantes, como a madeira, apresentando propriedades adequadas para uma variedade de usos (JANSSEN, 2000), assim como a madeira, suas características são afetadas por uma série de fatores.

Esses fatores estão relacionados ao ambiente e à própria condição física, como teor de umidade, idade, massa específica do caule, mas o principal fator é o teor de fibras, pois são eles que tornam o bambu tão resistente (JANSSEN, 2000). A principal diferença anatômica entre as madeiras é que não há raios, todos os raios são elementos longitudinais, o que permite um rápido crescimento em altura (AZZINI; SALGADO, 1982; NAYAK; MISHRA, 2016). Um aspecto do bambu que é difícil de entender é a falta de padrões técnicos para testes para determinar suas propriedades físicas e mecânicas (GHAVAMI, 1989; BERALDO; ZOULALIAN, 1995; LÓPEZ, 2003; PEREIRA; BERALDO, 2007).

A falta de padronização dificulta que cada pesquisador aplique seu próprio método, o que dificulta a análise e comparação dos resultados obtidos. Nesse contexto, está atualmente em discussão a Rede Brasileira de Bambu, sob a liderança do Prof. Ph.D. Normando Perazzo Barbosa, que desenvolveu a norma estrutural brasileira para o uso do bambu em edificações (RUSCH; HILLIG; TREVISAN; MUSTEFAGA; CAMPOS, 2020).

Variações no teor de umidade do bambu podem afetar diferentes propriedades físicas e mecânicas, afetando sua resistência e qualidade específica aparente, exceto pela durabilidade, trabalhabilidade e tenacidade (LIESE; TANG, 2015), o processo de secagem do bambu é mais lento que o da madeira por as mesmas Certas qualidades, devido à perda limitada de umidade na direção transversal às fibras, devido à

impermeabilidade natural criada por sua casca, além da ausência de luz e da presença apenas de canais axiais (tecido condutor). A exclusão de umidade só é permitida na direção axial (RUSCH; HILLIG; TREVISAN; MUSTEFAGA; CAMPOS, 2020), e é necessário conhecer seus dados de resistência para que este material atinja todo o seu potencial, no entanto, um método geralmente aceito não foi desenvolvido (WANG, 2012).

A resistência mecânica do bambu é afetada principalmente pelo teor de fibras, seu máximo aparece na maturidade, de três a seis anos, as resistências à tração e compressão aumentam, e a resistência à flexão até 8 anos, e posteriormente, à medida que envelhece, todas ambas as propriedades caíram (PEREIRA, 2001), e ao analisar as propriedades mecânicas do bambu, as forças de tração e compressão devem ser levadas em consideração, de fora para dentro, devido à menor quantidade de fibras (RUSCH; HILLIG; TREVISAN; MUSTEFAGA; CAMPOS, 2020).

#### **4.6 Principais espécies de bambu utilizados na construção civil**

A seguir são apresentados as espécies de bambu mais conhecidas

##### **4.6.1 Endrocalamus Asper (Bambu Balde)**

Conhecido como bambu balde, o bambu *Dendrocalamus asper* tem a sua origem no sudeste asiático, no entanto ele está difundido em quase todo o território brasileiro, com exceção apenas na região norte. Devido ao seu tamanho ele pode ser cortado, e esses pedaços podem se tornar baldes, vasos, panelas entre outras utilidades (FERREIRA, 2021).

Sendo um bambu não alastrante, ele é classificado como um bambu paquimórfico, possuindo grandes touceiras e caules. Os bambus mais novos apresentam tons castanhos e verdes, são brilhantes, tem folhas de colmo que muitas vezes apresentam uma espécie de pelugem no exterior (FERREIRA, 2021).

**Figura 2 – Bambu balde.**



**Fonte: Adaptado Santos (2021)**

O *Dendrocalamus Asper* cresce melhor em áreas com sol pleno e solo profundo, apesar disso ele pode suportar temperatura negativas tão baixas de até -5° C, mas com geadas ele tende a sofrer muito, especialmente quando o bambu é novo e ainda está em desenvolvimento. No entanto, estudos mostraram que esse tipo de bambu tem do ponto de vista climático, alta capacidade de regeneração após um inverno intenso e "duro" (FERREIRA, 2021).

A espécie é altamente resistente mecanicamente e resistente a pragas, por isso é muito difundida em diversas áreas de atividade econômica: construção civil; na fabricação de móveis; na fabricação de estruturas e laminados colados de diversos tamanhos (FERREIRA,2021).

#### 4.6.2 *Guadua Angustifolia* (Taboca)

O bambu *Guadua angustifolia* é nativo do Brasil, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela. Apesar disso, também é difundido em outros países da América do Sul. No Brasil, é nativo apenas das regiões norte e, posteriormente, foi plantado em outras regiões. Ele foi nomeado o terceiro mais forte bambu mundial (FERREIRA, 2021).

É um bambu enorme com rizomas semi-difusos e espinhos nos galhos. As hastes são largas, possuem excelentes propriedades mecânicas e naturalmente possuem excelente durabilidade. Sua altura varia de 15 a 35 m, o diâmetro da base

do caule pode chegar a 25 cm, enquanto as espessuras da parede de até 2,5 cm (FERREIRA, 2021).

Uma característica que ajuda a identificar as espécies do tipo *Guadua* é a faixa branca ao redor da área do nó, como mostrado na figura a seguir. O taboca conforme vai envelhecendo perde a cor branca nos nós. O bambu novo tem uma cor verde intensa devido à alta concentração de grandes quantidades de clorofila. Habitualmente levam de 6 a 8 anos para a planta desenvolver colmos medianos, porém, em condições excelentes, é possível produzir colmos com 12 cm de diâmetro depois do 4º ano de plantio (FERREIRA, 2021).

**Figura 3 – Bambu *Guadua Angustifolia*.**



**Fonte: Adaptado de Santos (2021)**

Segundo Ferreira (2021) essa espécie é extensamente usada na construção civil, nos países da América Central e sul americanos (Colômbia, Equador e Venezuela). O bambu taboca, pode ser utilizado de diferentes formas, entre elas podem-se utilizados na construção de andaimes, casas, pontes, tubulação de irrigação, carvão, entre outros.



#### 4.6.3 *Dendrocalamus Giganteus* (Bambu gigante)

Também conhecido como bambu gigante, o *Dendrocalamus Giganteus*, é uma espécie tropical e subtropical nativa do sudeste asiático, sendo mais comum nos seguintes países, Mianmar, Butão, China e Tailândia. No Brasil podem ser encontrados nas regiões do Nordeste, Sudeste e Sul (FERREIRA, 2021).

O bambu *Dendrocalamus Giganteus* é classificado como bambu paquimorfo devido não ser alastrante, formando grandes touceiras. Ele é considerado o maior bambu do mundo, onde seus caules podem ser visto entre 25 e 40 m de altura e 15 a 35 cm de diâmetro. Os caules possuem paredes grossas de até 3 cm, tem coloração verde-opaco até verde azulado escuro, e quando jovens possui uma camada de cera branca em sua superfície. Os entrenós geralmente têm 35-50 cm de comprimento (FERREIRA, 2021).

De acordo com Ferreira (2021), o bambu gigante pode ser plantado em áreas baixas, desde que a área seja de alta umidade e pode ser plantada com sucesso em áreas baixas em solo argiloso ou aluvial com alta umidade. É um dos doze bambus mais eficazes atualmente e é cultivada em alguns campos de grande porte, pois a matéria-prima obtida dessa planta é muito adequada para construção, fabricação de papel e novos brotos para produtos vegetais. Os caules também são usados para fazer andaimes, barcos, casas, tubulações e móveis. As folhas do colmo são usadas para fazer artesanato.

**Figura 4 - *Dendrocalamus giganteus***



**Fonte: Adaptado de Santos (2021)**

#### 4.6.4 *Phyllostachys Aurea* (Bambu Dourado)

O bambu *Phyllostachys Aurea*, também conhecido como bambu dourado, possui diversos nomes populares nas terras brasileiras, bambu Cana-da-Índia, vara-de-pesca, caniço e bambu mirim, é originário da China e tem rizomas com características leptomórficas devido ser alastrante. Seu florescimento ocorre a cada 15-30 anos sendo assim considerado florescimento gregário (FERREIRA, 2021).

Seus caules são de médio tamanho, chegando a medir 9 m de altura e até 7 cm de diâmetro na base. A cor das folhas varia do verde claro quando jovens e vai escurecendo conforme seu envelhecimento. Ao serem atingidos pela luz solar seus caules ficam dourados, sendo utilizados na produção de bengalas, muletas e varas de pesca. Esse bambu tem uma alta taxa de resistência mecânica e uma maior resistência natural à infestação de pragas, sendo maleável (FERREIRA, 2021).

**Figura 5 - *Phyllostachys Aurea***



**Fonte: Adaptado de Santos (2021)**

Esse bambu consegue se desenvolver tanto em condições quentes, como também em baixas temperaturas, podendo suportar até -20°C. Na construção civil, esse tipo de bambu tem utilidade na construção de estruturas de coberturas para telhados de diferentes tipos, contenção de taludes em encostas e no combate à erosão do solo (FERREIRA, 2021).

#### 4.6.5 *Bambusa Vulgaris* (Bambu Gigante Verde)

O bambu *Bambusa Vulgaris* pode ser encontrado por todas as regiões do Brasil. É originário do Sudeste asiático, tendo predominância no sul da China. Possui moitas grandes e seus caules podem crescer até 25 m de altura e ter um diâmetro de até 13 cm na base. Tem coloração verde quando jovem, e ao envelhecer seu caule vai escurecendo. Esse tipo de bambu cresce melhor em zonas tropicais de alta incidência solar e pode suportar temperaturas de até -3° C (FERREIRA, 2021).

Com seu alto teor de amido, o bambu gigante verde se torna mais propício à proliferação de praga, devido a isso a sua utilização na construção de edifício e na fabricação de móveis se torna limitada a estruturas mais simples, como na fabricação de andaimes, no entanto, pode ser utilizado na produção de energia (FERREIRA, 2021).

**Figura 6 - *Bambusa Vulgaris***



**Fonte: Adaptado de Santos (2021)**

#### 4.6.6 *Bambusa Vulgaris Vittata* (Bambu Brasileiro)

O Bambu Brasileiro, tem a sua origem em dois países asiáticos (China e Japão), e se desenvolve melhor em climas tropicais e subtropicais (FERREIRA, 2021).

Suas propriedades gerais e comportamentos são bem parecidos com o bambu gigante verde, não é um tipo alastrante e suas moitas são grandes, por causa dos seus rizomas serem do tipo paquimórfico. Os caules podem chegar até 20 m de altura

e 10 cm de diâmetro na base. De acordo com a literatura seu último florescimento aconteceu em meados do século XIX, não tendo mais conhecimentos sobre o tipo de floração (FERREIRA, 2021).

Esse tipo de bambu é mais comum nas construções rústicas e na produção de carvão, mas não é muito comum a sua utilização devido ao seu valor ornamental (FERREIRA, 2021).

**Figura 7 - Bambusa Vulgaris Vittata**



**Fonte: Adaptado de Santos (2021)**

#### 4.6.7 *Bambusa Tuldoides* (Bambu Caipira)

O bambu caipira tendo outros nomes, tais como, taquara ou bambu crioulo, é uma espécie originária da China que veio para o Brasil através dos portugueses durante a colonização. Esse bambu está espalhado por todas as regiões do Brasil (FERREIRA, 2021).

Seu caule pode chegar a atingir até 20 m de altura na base e 7 cm de diâmetro. Os caules e folhas possuem cores esverdeadas. A distância entre os nós do caule é grande, podendo chegar em até 50 cm. Segundo estudos tem uma razoável resistência contra pragas, paredes espessas e baixo teor de amido. Ess bambu também possui as rizomas do tipo paquimórficos, ou seja, não são alastrantes, e as moitas são médias (FERREIRA, 2021).

No Brasil, esse bambu tem diversas empregabilidade dentro do mercado, sua usabilidade na construção civil podem ser vistas na fabricação de telhados, casas, currais e cercas (FERREIRA, 2021).

**Figura 8 - Bambusa Tuldooides**



**Fonte: Adaptado de Santos (2021)**

#### 4.6.8 Phyllostachys Edulis (Bambu Mossô)

Segundo Ferreira (2021), o bambu mossô é um bambu chinês, sendo também muito cultivado no Japão. Pelo fato das suas propriedades serem únicas, é um dos bambus mais cultivados no mundo. Esse bambu chegou no Brasil através dos imigrantes japoneses que chegaram no começo do século 20, e está sendo cultivado em pelo menos três regiões no Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (FERREIRA, 2021).

O bambu gigante chinês pode chegar a uma altura máxima de 25 m, com um diâmetro de até 20 cm. A planta é do tipo alastrante, pois possui rizoma leptomórfico. Devido a isso seu crescimento precisa de monitoração e ser controlado. É um bambu subtropical e temperado, que aguenta baixas temperaturas de até  $-20^{\circ}\text{C}$ . Seu florescimento acontece de forma esporádica uma vez a cada 65 anos. Os caules possui uma coloração verde ou branco - acinzentada quando jovens e escurece conforme envelhece (FERREIRA, 2021).

Essa é a espécie de bambu com maior área plantada, tendo um maior uso nas indústrias. Na construção, esse bambu pode ser visto na construção de casas e prédios, também é utilizado na fabricação de móveis e vasos ornamentais (FERREIRA, 2021).

**Figura 9 - Phyllostachys Edulis**



**Fonte: Adaptado de Santos (2021)**

#### 4.6.9 Utilização do Bambu na construção civil

Na construção civil são utilizados vários tipos de elementos construtivos, e todos os dias novos elementos são introduzidos nesse seguimento (MARÇAL, 2008).

Percebe-se que a construção civil atual passa por um período de transição. Existe uma grande demanda na necessidade do uso de técnicas construtivas e recuperação patológica, no dia a dia surgem novos elementos construtivos para ir ao encontro das necessidades dos proprietários e profissionais responsáveis (MARÇAL, 2008).

Fica claro que os materiais ecológicos atendem a alguns requisitos básicos, como: minimização do consumo de energia, proteger os recursos naturais, reduzir a poluição e preservar o meio ambiente Saúde (GHAVAMI, 1995).

O bambu é usado em pequena quantidade na construção civil, mas seu potencial é infinito considerando a evolução do manuseio, produção e armazenamento do bambu, evolução da tecnologia de processamento e produção circular (natural) e Bambu laminado colado conhecido na China como LBL (Laminated Bamboo Lumber), esse material pode ser utilizado para fazer divisórias, forros, pisos, esquadrias, esquadrias, móveis e revestimentos (MARÇAL, 2008).

A utilização do bambu pode reduzir significativamente o valor final das obras de interesse social. Facilita a implantação da construção rural, pois o material pode

ser cultivado, colhido e tratado e utilizado pelo proprietário do imóvel. O uso do bambu em obras grandes vem se tornando comum. Devido ao seu peso leve o transporte se torna mais econômico, fácil manuseio pela mão de obra do canteiro de obras e a maior beleza arquitetônica, o bambu já pode ser visto em edifícios em todo o mundo (MARÇAL, 2008).

Embora o bambu tenha um preço menor que outros materiais, o valor final ainda não pode ser considerado muito inferior ao de obras comuns. Isso porque não há grandes fornecedores que possam garantir tratamento químico e qualidade de secagem das varas de bambu, devido à falta de pessoal qualificado, os custos trabalhistas ainda são altos. Muitas vezes o responsável pelo trabalho também é responsável pelo corte e tratamento. Considerando que a maioria das reservas naturais de bambu não são mantidas de fácil acesso à colheita e, portanto, tornam-se muito difíceis de alcançar, fazendo-se com que o corte e o transporte do bambu agregam ainda mais valor ao empreendimento (MARÇAL, 2008).

No Brasil, não há regulamentação técnica sobre o uso do bambu na construção, e há sempre a necessidade de manter os usuários a salvo de surpresas futuras. Tendo em consideração que as obras que se utilizam de bambu requerem supervisão anual para ver como as estruturas de bambu respondem ao clima local. Se houver algum problema, deve ser efetuado manutenção, ou a realização de uma nova camada de verniz, mantendo assim o controle de rachaduras e alteração de peças danificadas (MARÇAL, 2008).

#### **4.7 Uso nas edificações em forma de arquitetura**

Em seguida são apresentados os diversos usos do bambu na construção civil

##### **4.7.1 Bambu laminado colado**

O bambu laminado colado, comumente conhecido como "BaLC" é um produto processado. Amplamente utilizado na construção (FERREIRA, 2021).

Na fabricação do BaLC, os colmos de bambu são cortados em lâminas de 0,5 a 30 mm de comprimento e 10 a 20 mm de largura, as ripas são então coladas e secas, e várias camadas das ripas são colocadas juntas e laminadas. A camada interna também pode ser feita de outros materiais, como madeira, as tiras são lavadas em

resina e dispostas paralelamente, então são pressionadas juntas sob alta pressão, em seguida, uma serra é usada para uniformizar as laterais em espessura e largura. Antes de prensar, as tiras de bambu devem ser branqueadas ou carbonizadas (FERREIRA, 2021).

**Figura 10 - Bambu laminado colado "BaLC"**



**Fonte: Adaptação de Capello (2015)**

#### 4.7.2 Compensado Laminado de Bambu (Plybamboo)

O Compensado Laminado de Bambu (Plybamboo), a origem do nome Plybamboo vem de um elemento semelhante a Plywood feito de madeira. Atualmente é um dos principais materiais pré-fabricados, derivados do bambu. Além do bambu laminado usinado, eles são os principais responsáveis pela maioria dos componentes de bambu industrializados. As placas de bambu coladas são utilizadas principalmente na construção civil para a confecção de fôrmas e painéis para a produção de elementos de concreto. Também é muito utilizado como piso para caminhões e ônibus (FERREIRA, 2021).



**Figura 11 - Compensado Laminado de Bambu “Plybamboo”**



**Fonte: Adaptação de Industria Co LTD**

#### 4.7.3 Placa de aglomerado

A Placa de aglomerado de bambu, sua produção visa aumentar o uso do bambu. Para isso, são utilizados bambus que não têm grande valor comercial como matéria-prima, por exemplo: partes de caules que não podem ser utilizadas para a produção de bambus colados, bambus de pequeno diâmetro, bambus com baixa resistência mecânica ou baixa resistência a pragas, entre outros motivos. Eles são cortados em pedaços pequenos e compactos se tornando-se em aglomerados do mesmo (FERREIRA, 2021).

#### 4.7.4 Lâmina de bambu

Segundo Ferreira (2021), o processo de produção do painel de partículas de bambu é laminação, corte, secagem, colagem, revestimento e prensagem a quente, assim como o painel de partículas tradicional. As pranchas de bambu podem ser utilizadas para a construção civil das seguintes estruturas:

- Paredes e divisórias leves;
- Painéis de telhado e tetos;
- Persianas de portas, painéis e painéis decorativos.

Também pode ser usado como enchimento. Nesta aplicação, persianas ou esteiras de bambu podem ser coladas em grupos para obter uma superfície mais espessa com uma textura diferente (FERREIRA, 2021).

A produção de lâminas de bambu é baseada em tábuas de bambu laminadas, que são cortadas em camadas finas, resultando em lâminas de bambu. Mesmo com as características de alta dureza da superfície, a chapa ainda pode ser utilizada e colada a outros materiais como aglomerado, MDF e compósitos (FERREIRA, 2021).

A lâmina de bambu tem a beleza natural da estrutura de bambu e alta dureza de superfície, que pode ser colada com várias superfícies e materiais de construção, por isso tem ampla gama de aplicações, inclusive como elemento integrado em pisos laminados ou revestimentos de parede. As lâminas de bambu são comumente usadas como acabamentos de interiores em edifícios, bem como na fabricação de móveis ou outros materiais de estofamento (FERREIRA, 2021).

**Figura 12 - Lâmina de bambu**



**Fonte: Adaptação de Casa & Bambu**

#### 4.7.5 Oriented Strand Board – OSB

O Oriented Strand Board - OSB, é um dos principais materiais utilizados na construção civil (FERREIRA, 2021).

**Figura 13 - Oriented Strand Board “OSB”**



**Fonte: Adaptação de Blog do Grün (2019)**

#### 4.7.6 Painéis sanduíches de Bambu e Madeira

Painéis sanduíches de bambu e madeira, a camada externa do painel sanduíche de madeira-bambu é feita de esteiras de bambu e cortinas de bambu, e a camada interna é feita de ripas de madeira. Use uma camada de papel revestido de resina fenólica entre as camadas. Em seguida, todas as camadas são reunidas e prensadas em um material compósito, sendo o fundo um sanduíche de madeira e bambu, com espessura total de 30mm. É utilizado para acabamentos interiores e exteriores, principalmente para paredes exteriores (FERREIRA, 2021).

Os painéis sanduíche de madeira laminada de bambu consistem em cortinas de compensado de bambu (Plybamboo) para a superfície e várias placas de partículas para as camadas internas. A estrutura sanduíche da madeira interna também economiza custos de produção em comparação com o aglomerado de bambu. Em edifícios civis, é utilizado para acabamentos interiores (FERREIRA, 2021).

#### 4.7.7 Barro e bambu (pau-a-pique)

Barro e bambu (pau-a-pique), no Brasil, casas construídas com barro e bambu são comuns nas regiões mais pobres. A técnica consiste principalmente na montagem de estruturas de parede com varas de bambu horizontais e verticais que funcionam como armaduras e estruturas de suporte de base para "preenchimento com argamassa natural feita a partir de uma mistura de argila local e areia". O produto final tem forma estável e alta estabilidade a cargas compressivas. Este pode ser um material ecológico com grande potencial de design. Na construção civil, é muito utilizado nas paredes de construções vernaculares, como muros de cercas e casas manchadas (FERREIRA, 2021).

**Figura 14 - Barro e bambu “pau-a-pique”**



**Fonte: Adaptação de Talita Cruz (2019)**

#### 4.7.8 Concreto armado de bambu

Concreto armado de bambu, no início do século 20, a China usou pela primeira vez o bambu junto com o concreto para produzir concreto armado. Depois da China, alguns países também realizaram experimentos e pesquisas em concreto reforçado com bambu (FERREIRA, 2021).

Este uso do bambu foi principalmente para substituir o aço durante a Primeira e Segunda Guerras Mundiais, devido à guerra, o aço tornou-se um material escasso em alguns países. Nesses estudos e experimentos, o bambu é utilizado em diversas

formas junto ao concreto como lajes, pilares, vigas, pisos e paredes. Não só pelo seu baixo custo, mas também pela leveza e resistência, pode ser um bom substituto do aço para reforçar o concreto armado. Devido às características do bambu, existem limitações no uso do bambu como reforço do concreto, incluindo: baixa adesão do bambu ao concreto, dificuldade na flexão das âncoras, alterações na resistência à tração e módulo de elasticidade nas regiões de nós e entrenós e, o mais importante, bambu vulnerável a fungos e insetos (FERREIRA, 2021).

Uma das maiores desvantagens do uso de bambu como reforço é que ele absorve a água com facilidade. A capacidade de absorção de água do bambu tem sido estudada em diversas espécies, muitas das quais têm sido utilizadas como armaduras com resultados insatisfatórios. O bambu que dá os melhores resultados é o bambu gigante, o que torna este bambu o melhor para esta finalidade (FERREIRA, 2021).

**Figura 15 - Concreto armado de bambu**



**Fonte: Adaptação de Dryplan Engenharia (2019)**

## **5 METODOLOGIA**

Este estudo adota um método qualitativo com características descritivas, no qual foi utilizada a pesquisa aplicada. Segundo Gil (2008) a pesquisa descritiva tem como base o objetivo principal de descrever as características do acontecimento em estudo, buscando estabelecer relacionamentos entre variáveis detectadas e coletadas no processo. Portanto, os métodos de pesquisa utilizados no estudo foram divididos em duas fases: Revisões bibliográficas e pesquisa com profissionais.

### **5.1 Revisão Bibliográfica**

O objetivo da revisão bibliográfica é construir uma base teórica fundamentada a partir de estudos anteriores. Para isso, livros, sites, teses, artigos científicos, regulamentos e relatórios sobre o conteúdo relacionado aos temas abordados tornam-se ferramentas cruciais. Essa seleção é construída em três etapas.

A primeira etapa consiste em identificar os objetivos da pesquisa, cujo resultado é selecionar temas e tópicos que serão abordados no estudo, levando em consideração a importância e as inter-relações entre os tópicos.

A segunda etapa consiste em detalhar a lista com palavras-chave sugestivas utilizadas como termo de pesquisa. Esta fase visa acelerar a localização de dados e informações de forma útil à pesquisa por meio das ferramentas de pesquisa existentes disponíveis em cada modalidade.

Por fim, na terceira etapa, as palavras-chave são aplicadas como termos de pesquisa, utilizadas para obter a origem do material encontrado, sempre levando em consideração a fonte primária sobre o tema. Dessa maneira a confiabilidade da origem e coleta dos dados e informações está garantida. Além da pesquisa, também foi efetuado contato direto por meio das pesquisas bibliográficas para garantir a qualidade e autenticidade das informações encontradas.

### **5.2 Pesquisa com profissionais**

Para este estudo foram selecionados Engenheiros civis e arquitetos e urbanistas. A pesquisa aconteceu de modo indireto via internet, o contato com os profissionais ocorreu de duas maneiras. A primeira foi por meio de acesso direto via

sites pessoais, onde foram identificados e contatados via correio eletrônico particular para participar da pesquisa. A segunda ocorreu por intervenção de via terceirizada, a qual providenciou o contato via internet com esses profissionais, onde foi obtido o contato telefônico direto com cada profissional.

Em ambas os tipos de contato, foram apresentados o motivo da comunicação, especificando o objetivo proposto da pesquisa e convidando o profissional a participar do estudo e assim solicitado os devidos endereços de e-mail.

Foi então elaborado e encaminhado para os profissionais um questionário contendo 15 questões, sendo 3 perguntas voltadas para informações gerais e 12 voltadas para áreas de conhecimento, sociais, econômicas, construtivas em torno dos objetivos propostos.

O requisito para a determinação dos profissionais selecionados, deu-se de maneira simples, buscou-se profissionais que já utilizaram-se ou ainda utilizam bambu na construção civil. As respostas obtidas com o questionário foram analisadas e correlacionadas para estudo e processamento dos resultados descobertos.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados deste trabalho são apresentados a seguir, primeiro considerando, descrição dos dados encontrados a partir de pesquisa bibliográfica, em seguida apresentação dos dados obtidos com especialistas da área de engenharia e arquitetura e urbanismo. Por fim, há uma discussão sobre as informações relatadas no estudo, questões de pesquisa e objetivos de trabalho propostos.

### **6.1 Resultados pesquisa bibliográfica**

Os dados fundamentais para este trabalho foram coletados a partir de inúmeras pesquisas bibliográficas. Apresentar os dados históricos e científicos que constituem uma compreensão teórica do tema com base na utilização do bambu na construção, dados pesquisados e descritos nas Seções 4.7. Da mesma forma, será descritos todos os dados coletados sobre o objeto estudado nas Seções 4.1 ao 4.6, Bambu.

Dada às pesquisas bibliográficas que têm sido realizadas, tendo em conta a necessidade de adaptação ao clima e à cultura, o bambu apresenta características técnicas adequadas à sua utilização na construção civil, principalmente introduzidas na seção 4.

#### **6.1.1 Bambu como um material sustentável e um bom substituto para a madeira de reflorestamento**

A construção sustentável está relacionada com o uso de materiais naturais renováveis e que não agredem o meio ambiente, ou seja, meios não poluentes. O bambu se encaixa nessas características devido ser um material não poluente, que não consome muita energia e nem oxigênio em seu processo de utilização, pode ser encontrado com facilidade, tem inúmeras espécies e é de fácil cultivo quando o seu plantio ocorre em condições adequadas.

Através das pesquisas bibliográficas, foram constatados os benefícios da substituição da madeira de reflorestamento pelo bambu, principalmente quando surgem como pautas de discussões o futuro da construção civil, que tem demonstrado



a cada ano que passa uma preocupação com os meios sustentáveis e a necessidade de investir em construções ecológicas. E analisando materiais como substituto, o bambu é realmente um dos que mais se destacam.

Segundo Effting (2017), é de suma importância que as tecnologias e a criação de materiais que procuram amenizar os impactos ao meio ambiente. O bambu é uma matéria-prima que além de ser encontrado com facilidade em basicamente todos os continentes e também é um material renovável. Há diversas vantagens para compor esse material como um elemento de substituição da madeira em relação aos elementos construtivos dentro da construção civil, porém ainda não é um elemento tão valorizado no canteiro de obras.

O bambu é um material que pode ser visto como um elemento estrutural atraente, pelo fato de ter como vantagem ser livre de corrosão ou ferrugem, ou seja, deterioração do material devido à ação química (QUEIROZ, 2014).

Outro fator que contribui com a eficiência da substituição da madeira pelo bambu é que a sua utilização pode ser usada na redução de pressão nas florestas tropicais e no combate ao aquecimento global (Camargo, 2021).

De acordo com Murad (2007), o bambu tem diversas características que se sobressai quando comparadas a outros materiais como o aço, concreto e a madeira, onde a sua resistência à tração em relação ao peso é maior.

### 6.1.2 Aplicabilidade do Bambu na Construção Civil

De acordo com a pesquisa realizada, o bambu no geral apresenta uma grande versatilidade, podendo ser empregado de diversas formas na construção civil, tanto como elementos decorativos como também elementos estruturais. Apresenta-se como um ótimo substituto para a madeira de reflorestamento, contribuindo assim para um mundo mais sustentável.

Sua versatilidade tem criado possibilidades, estratégias e soluções convencionais, principalmente na construção civil, tornando-se uma alternativa para o crescimento de construções ecológicas.

Ao pensar nas possibilidades de substituição da madeira, vários elementos da construção podem ser substituídos pelo bambu; pilar, viga, caibro, ripa, telha, dreno,

piso e revestimentos, desde que tratados adequadamente, podendo ter a mesma duração da madeira de lei.

## **6.2 O Bambu e seus usos na construção pelos especialistas das áreas**

Dos profissionais que participaram da pesquisa foi detectado três áreas de trabalho voltadas para a construção civil, são elas: arquitetura, engenharia e gestor de obras, para fins de identificar possíveis estados onde o uso do bambu é emergente foi perguntado para cada um deles o estado em que atuavam percebeu-se que a região sul, principalmente Santa Catarina e Paraná estão mais à frente dos demais na utilização desse material. Para discernir e fazer uma seleção das respostas, os mesmos informaram os setores e atividades que eles utilizam o bambu em seus projetos e obras.

Os resultados voltados para o uso foram surpreendentes com informações inesperadas, além da construção civil foram descritas: artesanatos, decorações de interiores, ferramentas, utensílios domésticos, produção de carvão, biomassa, limpeza e desinfecção de águas.

Para os benefícios da utilização nas obras e construção foi revelado que existem varias melhorias para a obra em geral e para o meio ambiente, no quesito sustentabilidade obteve como resposta: redução da geração de carbono e de impactos ambientais como resíduos sólidos, para a construção civil: redução de peso global, redução do consumo de concreto e outros materiais devido a redução do peso global, material de alta leveza, preço acessível e de alta durabilidade se devidamente tratado e um item que também se esperava como resultado é o agregador de valor. Analisando essas respostas sobre as vantagens na construção civil é possível perceber o quanto o bambu tem potencial para melhorar a qualidade da engenharia como um todo.

As desvantagens descritas nas respostas se deram devido a alguns fatores muito recorrentes em novas tecnologias e mercados, são elas: Logística de tratamento e transporte, Irregularidade das peças, necessidade de incorporação de etapas à construção como colheita, tratamento do material e até mesmo a auto construção.

Foi feito um questionamento na pergunta de número 4 sobre a perspectiva do potencial do bambu para um futuro mais sustentável o feedback foi: Evitar

desmatamento das florestas, cultivo permanente, O bambu, se estudado com mais afinco pelas universidades brasileiras, deve ganhar o mercado brasileiro devido ao seu alto poder calorífico, principalmente no setor industrial, pode ser utilizado também como material para compensados e laminados, pode acabar substituindo o eucalipto em vários setores, disse os entrevistados.

Como toda nova tecnologia e meios construtivos emergentes geram uma repulsa a aceitação, por conta disso foi perguntado, o 'que é necessário para a adoção e aceitação do bambu como material de construção e se existe alguma limitação quanto uso, segundo as respostas foi definido alguns itens entre eles estão: Educação na formação de pessoas, necessidade de maior normatização, investimento do estado na redução de tributos, definição de padrões de comercialização, distribuição em pontos de venda. Em relação às possíveis limitações foram ditas especialmente que a maior limitação hoje é encontrar o material com preço acessível nas condições de idade e tratamento necessário para a aplicação.

Um dos maiores problemas enfrentados na construção civil é encontrar mão de obra qualificada e para o uso do bambu como um meio construtivo alternativo novo não deveria ser diferente, segundo os especialistas quando questionados sobre isso disseram que o único problema voltado a esse tema é a Falta de conhecimento sobre o material, não como manusal mas sim sobre o que é o bambu, mostrando assim que a tendência do uso do bambu no brasil tem sido amplamente desenvolvida com o passar do tempo.

Prosseguindo adiante nas perguntas, novamente foi perguntado em relação ao uso do material porém dessa vez de maneira mais direta voltada exclusivamente para a área de engenharia e arquitetura, tendo como resposta as seguintes afirmações: Estrutura principal como Vigas e pilares e de cobertura, elementos de vedação, elementos de decoração, luminárias, forros, painéis, guarda corpos, esculturas, fachadas. Isso mostra a diversidade do uso do bambu nas obras como meio de substituição da madeira.

Em relação ao custo final e tempo da obra o resultado, segundo os especialistas não há alteração no valor e nem no tempo devido ao fato que uma obra é planejada desde a concepção do projeto para a redução de custos globais e utilização de materiais locais.

Preço de venda e atratividade para atrair novos clientes é um ponto muito importante na engenharia, pensando nisso foi devidamente feita essas duas

abordagem aos profissionais tendo como resposta que o bambu é um ótimo material para atrair clientes e que geralmente ocorre uma valorização maior nos projetos e nas suas respectivas obras, deixando assim mais uma vez evidenciado o enorme potencial desse material para a construção civil.

Por último se existe resistência dos clientes em relação ao uso do mesmo como material construção, nesta etapa houve nitidamente um impasse entre os participantes, para alguns existe ainda o medo e o preconceito em relação ao uso mas aos demais não existe devido ser mencionado sobre todo processo anterior ao uso como escolha, corte e tratamento e muitos desistem pelo fato de ser um trabalho muito manual ainda. Tudo que é novo passa pelo processo de aceitação e com o Bambu não seria diferente com o tempo a sociedade tende a ir aceitando a ideia e se adequando aos novos tempos.

## 7 CONCLUSÃO

Em decorrência dos dados teóricos obtidos e das informações coletadas através das entrevistas realizadas, conclui-se que o bambu é um material extremamente apto e viável para a substituição da madeira na construção civil. Visto que, a construção civil necessita de materiais que contribuam com uma construção mais sustentável, a fim de não agredir tanto o meio ambiente.

Entre as principais vantagens para a utilização do bambu é a economia, sendo que através de vários estudos estima-se que a utilização do bambu pode reduzir em mais de 30% o custo final da construção (estudo realizado pelo professor Ghavami - professor titular do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio). Outras vantagens estão relacionadas com o tempo reduzido entre plantio e colheita, o que pode reduzir de maneira significativa a exploração de madeira.

No entanto, para um uso sustentável e um bom desenvolvimento técnico, requer conhecimento em relação às propriedades do material por parte dos pesquisadores e instituições que queiram implementar o uso do bambu. Ao conhecer essas propriedades, perceberão que suas vantagens são diversas, tais como: alta resistência à tração da flexão, flexibilidade, diversidade de espécies, baixo peso e baixo custo, não requer muita energia para a produção, facilidade na sua usabilidade e facilidade no transporte, entre outros.

Diversos países já utilizam o bambu como um material de grande inovação para o ramo da arquitetura, onde através das construções cumpre com o esperado desse ramo, apresentar obras harmônicas e com design atraente.

O bambu demonstrou competitividade em várias áreas em relação a madeira desde cobertura a pisos e vedação, inclusive para um novo mercado emergente de novas tendências construtivas o mesmo segundo os profissionais que participaram da pesquisa relatam os benefícios envolvendo o uso do planta aumentando a qualidade, sustentabilidade, aumento do valor de venda das construções e boa atratividade para captação de clientes.

Ele se mostra com um enorme potencial de material alternativo de inovação tanto na construção quanto para um mundo mais ecológico e sustentável, com inúmeras aplicabilidades além do meio construtivo, contudo para que esse caminho seja trilhado deve-se eventualmente ser investido em educação, divulgação para ampliar a visão do mercado em relação ao mesmo.

As pesquisas com profissionais teve extrema importância para a comprovação do seu uso, constatado assim suas incríveis vantagens para o desenvolvimento e abertura de novos segmentos imobiliários, possibilitando a criação de novas áreas de serviços, o bambu definitivamente é uma belíssima maneira de substituir a madeira de reflorestamento como alternativa mais ecológica, econômica e viável para um mundo mais limpo e sustentável.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Amanda Alirão. **USO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL**: aplicações estruturais e arquitetônicas para um desenvolvimento sustentável. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [S. l.], 2019.
- AZZINI, A.; SALGADO, A. Bambu e suas possibilidades industrial. **Congresso Anual da Associação Brasileira de Celulose e Papel**, São Paulo, 15, v. 1, p. 205-224, 1982.
- BAMBU, CASA &. Laminado 1 m<sup>2</sup>. **CASA & BAMBU**, [S. l.]. Disponível em: <https://loja.casaebambu.com/laminado-1-m-p83>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- BERALDO, A. L.; AZZINI, A. **Bambu: características e aplicações**. Editora Guaíba: Agropecuária, 2004. Guaíba – RS, 2004.
- BERALDO, A L. & ZOULALIAN, A. **Bambu-material alternativo para construções rurais**. In: Anais do V Encontro Brasileiro de Madeiras e Estruturas de Madeira – EBRAMEM. Belo Horizonte, 1995.
- CAEIRO, J. G. B. M., **Construção em bambu**. Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Arquitetura, Lisboa, 2010.
- CAMARGO, D. L. Q.; PEREIRA, K. L.. **Utilização de bambu como elemento sustentável na arquitetura e construção civil**: uma revisão bibliográfica. *Engineering Sciences*, v.9, n.2, p.163-173, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2021.002.0014>.
- CAPELLO, Giuliana. Construções de Bambu. **ARQUITETURA SUSTENTAVEL**, [S. l.], 8 set. 2015. Disponível em: <https://www.celinalago.com.br/2015/09/construcoes-de-bambu.html>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- CRUZ, Talita. **Casa de Taipa**: Descubra a Origem e Veja 6 Exemplos Modernos. *VivaDecoraPro*, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/taipa/amp/>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. **Bambus no brasil**: da biologia à tecnologia. Embrapa Acre-Livro técnico (INFOTECA-E), Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2017.
- ENGENHARIA, DRYPLAN. **Concreto armado com Bambu**. DRYPLAN ENGENHARIA, [S. l.], 16 maio 2017. Disponível em: <http://www.dryplan.com.br/blog/ler/pID/137/concreto-armado-com-bambu.php>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- EFFTING, E. F.. **Construção civil sustentável**: um estudo sobre a utilização do bambu. Palhoça, 2017.

FERREIRA, Rodrigo. **Utilização de Bambu na Construção Sul-americana – Revisão tecnológica**. 2021. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia/FEUP, [S. l.], 2021.

FILGUEIRAS, T. S.; GONÇALVES, A. P. S. **Bambus nativos no Brasil: oportunidades e desafios para seu conhecimento**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DO BAMBU – ESTRUTURAÇÃO DA REDE DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO, 1, 2006, Brasília. Anais... Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 2006.

GHAVAMI, K. **Application of bamboo as a low-cost energy material in civil engineering**. Third CIB-RILEM Symposium on Material for Low Income Housing, 1989.

GHAVAMI, K. (1995). **“Propriedades dos Bambus e suas aplicações nas obras de Engenharia, Arquitetura e Desenho Industrial”**. Artigos Compilados do Autor. CTC/ PUC-RIO. Jul. 201p.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, Diva. **Bambu é alternativa de renda na produção familiar**. Embrapa, 15 maio 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34230725/bambu-e-alternativa-de-renda-na-producao-familiar>. Acesso em: 28 maio 2022.

GRÜN, BLOG DO. **Já ouviu falar do OSB (Oriented Strand Board)?** BLOG DO GRÜN, [S. l.], 24 jul. 2019. Disponível em: <http://grunstudio.com.br/ja-ouviu-falar-do-obs-oriented-strand-board/>. Acesso em: 25 jul. 2022.

JUNIOR, ALFREDO BAGANHA TEIXEIRA; KENUPP, LEONARDO KOZLOWISKI; CAMPOS, RODRIGO DE QUEIROZ. **UTILIZAÇÃO DE BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL – UMA ALTERNATIVA AO USO DE MADEIRA**. 2009. Artigo (Bacharelado em Engenharia Elétrica e de Computação) - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação/UNICAMP, [S. l.], 2009.

JANSSEN, J. J. A. **Designing and building with bamboo**. In: international network for bamboo and rattan (INBAR). Technical report. n. 20, Beijing, China, 2000. Disponível em: [http://www.fundeguadua.org/imagenes/DESARROLLOS%20TECNOLOGICOS/ARTICULOS%20Y%20PUBLICACIONES/INBAR\\_Technical\\_Report\\_No20.pdf](http://www.fundeguadua.org/imagenes/DESARROLLOS%20TECNOLOGICOS/ARTICULOS%20Y%20PUBLICACIONES/INBAR_Technical_Report_No20.pdf) >.

LOPÉZ, O. H. **Bambu, su Cultivo y Aplicaciones en Fabricación de Papel, Construcción, Arquitectura, Ingeniería, Artesanía**. Cali, Colombia: Estudios Técnicos Colombianos Ltda, 1974.

LÓPEZ, O. H. **Bamboo: the gift of the God's**. D'vinni: Bogotá, Colômbia, 2003.

LIESE, W.; TANG, T. K. H. **Properties of the bamboo culm**. In: LIESE, W.; KOHL, M. (Eds.), Tropical forestry, bamboo: the plant and its uses, p. 227–256. Switzerland: Springer International Publishing. 2015. doi:10.1007/978-3-319-14-133-6\_8.



LTD, CIDADE DOIS INDÚSTRIA CO. **Contraplacado de bambu horizontal**. CIDADE DOIS INDÚSTRIA CO., LTD, [S. l.], Disponível em: <http://pt.bamboochoppingboards.com/bamboo-plywood/horizontal-bamboo-plywood/carbonized-horizontal-bamboo-plywood.html>. Acesso em: 25 jul. 2022.

MARÇAL, VITOR. **USO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2008. MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL 1 EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL (Bacharelado em Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA FACULDADE DE TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, [S. l.], 2008.

MURAD, J. R. L. **As propriedades físicas, mecânicas e mesoestrutural do bambu *Guadua weberbaueri* do Acre**. Rio de Janeiro, 2007.

NAYAK, L.; MISHRA, S. P. **Prospect of bamboo as a renewable textile fiber, historical overview, labeling, controversies and regulation**. Fashion and Textiles, v. 3, n. 2, p. 1-23, 2016, DOI: 10.1186/s40691-015-0054-5.

OLIVEIRA, Thaisa Francis César Sampaio De. **SUSTENTABILIDADE E ARQUITETURA: Uma reflexão sobre o uso do bambu na construção civil**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Alagoas, [S. l.], 2006.

OLIVEIRA, M. F. A. d. *et al.* **Propriedades físico-mecânicas das espécies de bambu *phyllostachys aurea* e *bambusa tuldoides* termorretrificadas**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012.

PADOVAN, ROBERVAL BRÁZ. **O BAMBU NA ARQUITETURA: DESIGN DE CONEXÕES ESTRUTURAIS**. 2010. Dissertação (Pós-Graduação) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, campus de Bauru, [S. l.], 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/89702>. Acesso em: 15 maio 2022.

PEREIRA, M. A. R. **Bambu, espécies, características e aplicações**. São Paulo: UNESP – Campus Bauru, sd.

PEREIRA, M. A. R. **Bambu, espécies, características e aplicações**. São Paulo: UNESP – Campus Bauru, 2001.

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

PENTEADO, Joel; PICHELLI, Katia. **Perguntas e Respostas**. Tflorestal transferencia de tecnologia florestal, maio 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/pinus/perguntas-e-respostas#:~:text=O%20corte%20final%20%C3%A9%20feito,ultrapassar%2045%20m3%2Fha>. Acesso em: 28 maio 2022.

QUEIROZ, L. L. A. S.. **Potencial de uso do bambu na construção civil**. Aracaju, 2014

RUSCH, Fernando; HILLIG, Éverton; TREVISAN, Rômulo; MUSTEFAGA, Erick Chagas; CAMPOS, Rafaela Faber de. **Propriedades físicas e mecânicas de hastes adultas de diferentes espécies de bambu: uma revisão**. 2020. Artigo

(Doutor em Ciências Florestais, Doutor em Ciências Florestais, Doutor em Engenharia Florestal, Mestrando em Ciências Florestais, Doutoranda em Ciências Florestais) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Universidade Estadual do Centro-Oeste, [S. l.], 2020.

RAMOS, W. N. P. **Bambu como material para habitações**. Cidade Gaucha, PR: Universidade Estadual de Maringá, 2009.

RIPPER, J. L. **O Bambu e a Sociedade, núcleo de designer da PUC-RJ**. Rio de Janeiro: PUC-RJ, 1994.

SANTOS, CARLOS ROGÉRIO BOA ESPERANÇA DOS. **A POTENCIALIDADE DO BAMBU COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/60378>. Acesso em: 1 abr. 2022.

SERRA, Marcus Vinícius Cardoso; SILVA, Thiago Henrique Lira da. **O USO DO BAMBU COMO UM MATERIAL SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2006. Artigo (Graduado em Engenharia Civil) - Centro Universitário Fametro, [S. l.], 2006.

SILVA, Roberto Magno de Castro. **O bambu no Brasil e no mundo**. Janeiro. 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/81415264-O-bambu-no-brasil-e-no-mundo.html>. Acesso em: 20 de maio. 2022.

TEIXEIRA, Maria da Purificação. **Conceitos e Introdução à Agenda 21 aplicados ao Conforto e Edificações Sustentáveis**. UGF/CEPAC. Rio de Janeiro – RJ, 2006.

WANG, X.; REN, H.; ZHANG, B.; FEI, B.; BURGERT, I. **Cell wall structure and formation of maturing fibres of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) increase buckling resistance**. Journal of the Royal Society, 9, 988–996, 2012. Doi: 10.1098/rsif.2011.0462.

WINDMÖLLER, CAROLINE M.; ROSA, FABRICIA S. D.; BRIZOLLA, MARIA M. B.; FILIPIN, ROSELAINÉ. **A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. ENGEMA USP, [S. l.], p. 1-15, 10 dez. 2017. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/19/anais/arquivos/61.pdf>. Acesso em: 6 set. 2022.

**APÊNDICE A – Roteiro da entrevista**

## ROTEIRO DE PESQUISA COM PROFISSIONAIS

- 1- Nome / Nome social:
- 2- Profissão ou Área de atuação:
- 3 – Residente Cidade e Estado:
- 4 – Em quais setores e atividades é utilizado o bambu:
- 5 – Quais benefícios a utilização do bambu trouxe para a obra/ construção:
- 6 – Quais desvantagens a utilização do bambu trouxe para a obra/ construção:
- 7- Em relação ao potencial do bambu, como você vê a contribuição do seu uso para um futuro mais sustentável:
- 8 - Na sua opinião o que é necessário para a adoção e aceitação do bambu como material de construção em todo o mundo? Existe alguma limitação quanto ao seu uso:
- 9 - Em relação a mão de obra, qual o maior problema encontrado:
- 10 - Liste para quais serviços e etapas foi utilizado o bambu:
- 11 - Houve alterações no custo final da obra/projeto:
- 12 - Houve alteração no tempo de execução da obra/projeto:
- 13 - O preço de venda da construção teve alguma mudança:
- 14 - Existe resistência dos clientes em relação ao uso do bambu:
- 15 - O Bambu é um atrativo positivo para captação de clientes: