

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**SILAS ROCHA LEMOS**

**ANÁLISE EXPERIMENTAL DA APLICAÇÃO DO BAMBU  
*BAMBUSA VULGARIS VITTATA* NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**ANÁPOLIS / GO**

**2019**

**SILAS ROCHA LEMOS**

**ANÁLISE EXPERIMENTAL DA APLICAÇÃO DO BAMBU  
*BAMBUSA VULGARIS VITTATA* NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: AURELIO CAETANO FELICIANO**

**ANÁPOLIS / GO: 2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

LEMOS, SILAS ROCHA

Análise experimental da aplicação do bambu *bambusa vulgaris vittata* na construção civil

47P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Construção Civil

2. Bambu

3. Normas Técnicas

4. Sustentabilidade

I. ENC/UNI

II. Bacharel (10º)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LEMOS, Silas Rocha. Análise experimental da aplicação do bambu *bambusa vulgaris vittata* na construção civil. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 47p. 2019.

## CESSÃO DE DIREITOS

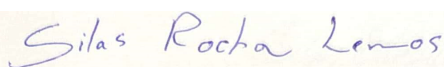
NOME DO AUTOR: Silas Rocha Lemos

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Análise experimental da aplicação do bambu *bambusa vulgaris vittata* na construção civil

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2019

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Silas Rocha Lemos

E-mail: silas.r.lemos@gmail.com

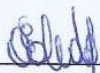
**SILAS ROCHA LEMOS**

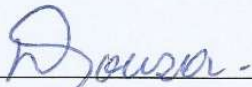
**ANÁLISE EXPERIMENTAL DA APLICAÇÃO DO BAMBU  
*BAMBUSA VULGARIS VITTATA* NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

**APROVADO POR:**

  
\_\_\_\_\_  
**AURELIO CAETANO FELICIANO, Especialista (UniEvangélica)  
(ORIENTADOR)**

  
\_\_\_\_\_  
**EDUARDO MARTINS TOLEDO, Mestre (UniEvangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

  
\_\_\_\_\_  
**ELKE DIAS DE SOUSA, Mestre (UniEvangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: ANÁPOLIS/GO, 05 de DEZEMBRO de 2019.**

## RESUMO

O bambu é um recurso renovável e versátil, com alta resistência e baixo peso. Estima-se que existam 1200 espécies de bambu. A maioria deles cresce na Ásia, África e América Latina. Podendo ser usado como um material na construção civil, ele apresenta diversas utilidades. O trabalho consiste em analisar de maneira prática e objetiva os usos do bambu na construção civil, investigar qual a aplicabilidade do bambu na construção civil, apresentar as vantagens e desvantagens de sua utilização. Para isso buscou-se uma revisão bibliográfica e uma pesquisa experimental. Para a pesquisa experimental foram realizados ensaios de compressão e cisalhamento, com 12 corpos de provas, no Centro Tecnológico do Centro Universitário UniEVANGÉLICA onde foi analisado a capacidade de resistência das peças pela variabilidade dos diâmetros das mesmas e da posição das fibras. Também foi apresentado as vantagens e desvantagens da utilização do bambu na construção civil e feito a comparação com outros materiais comumente usados na construção civil. Com os resultados obtidos foi analisado a viabilidade do uso do bambu *bambusa vulgaris vittata* na construção civil.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Bambu. Construção Civil. Material de Construção. Material Alternativo.

## **ABSTRACT**

Bamboo is a renewable and versatile resource with high strength and low weight. There are an estimated 1200 species of bamboo. Most of them grow in Asia, Africa and Latin America. Can be used as a material in construction, it has several uses. The work consists of a practical and objective analysis of the uses of bamboo in civil construction, investigating the applicability of bamboo in civil construction, presenting the advantages and disadvantages of its use. For this we sought a literature review and an experimental research. For the experimental research, compression and shear tests were performed with 12 specimens at the Technological Center of the UniEVANGÉLICA University Center, where the strength of the pieces was analyzed by the variability of their diameters and fiber position. The advantages and disadvantages of using bamboo in construction were also presented and compared with other materials commonly used in construction. With the obtained results was analyzed the viability of the use of bamboo *bambusa vulgaris vittata* in the civil construction.

### **KEYWORDS:**

Bamboo. Construction. Construction material. Alternative Material.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição do bambu no mundo.....	18
Figura 2 - Morfologia do Bambu.....	20
Figura 3 - Partes do Colmo.....	21
Figura 4 - Morfologia do crescimento do bambu.....	22
Figura 5 - Usos múltiplos do bambu .....	24
Figura 6 - Utilização do bambu em andaime em arranha-céu em Hong Kong.....	25
Figura 7 - Bambusa Vulgaris Vittata.....	29
Figura 8 - Bambu após a secagem.....	31
Figura 9 - Amostras de bambu .....	32
Figura 10 - Dimensões do bambu.....	33
Figura 11 - Máquina Universal de Ensaio de Tração e Compressão.....	34
Figura 12 - Gráfico do ensaio de Compressão .....	36
Figura 13 - Gráfico do ensaio de Cisalhamento .....	38
Figura 14 - Bambu sendo rompido no ensaio de compressão.....	39
Figura 15 - Bambu de volta a posição inicial no ensaio de compressão.....	40
Figura 16 - Bambu rompido no ensaio de cisalhamento .....	40
Figura 17 - Bambu sendo rompido no ensaio de cisalhamento.....	41

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Custo do plantio, crescimento e ciclo de produção do eucalipto e bambu.....	23
Tabela 2 - Características das principais espécies de bambus para construção.....	26
Tabela 3 - Dimensões das amostras do bambu.....	33
Tabela 4 - Resultados da compressão.....	35
Tabela 5 - Resultados do cisalhamento .....	37
Tabela 6 - Resistência a compressão e a cisalhamento de diversos materiais.....	42



## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NBR	Norma Brasileira
NTP	Norma Técnica Peruana
NSR	Norma Técnica Colombiana

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2 OBJETIVOS .....	15
<b>1.2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
1.3 METODOLOGIA .....	16
<b>2 BAMBU.....</b>	<b>17</b>
2.1 HISTÓRIA .....	17
2.2 BAMBU NO BRASIL .....	18
2.3 MORFOLOGIA DO BAMBU.....	19
<b>2.3.1 Colmo.....</b>	<b>21</b>
2.4 CULTIVO .....	22
2.5 UTILIZAÇÕES.....	23
<b>2.5.1 Uso Geral.....</b>	<b>23</b>
<b>2.5.2 Uso na Construção Civil .....</b>	<b>24</b>
2.5.2.1 Vantagens.....	26
2.5.2.2 Desvantagens .....	27
2.6 NORMAS.....	28
2.7 BAMBUSA VULGARIS VITTATA .....	29
<b>3 PROGRAMA EXPERIEMENTAL .....</b>	<b>31</b>
3.1 SECAGEM.....	31
3.2 AMOSTRAS .....	31
3.3 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE COMPRESSÃO .....	33
<b>3.3.1 Aparelhos .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3.2 Preparação das amostras do ensaio .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3.3 Procedimento .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3.4 Cálculo e expressão de resultados.....</b>	<b>35</b>
3.4 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE CISALHAMENTO .....	36
<b>3.4.1 Aparelhos .....</b>	<b>36</b>

<b>3.4.2</b>	<b>Preparação das amostras do ensaio.....</b>	<b>36</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Procedimento .....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Cálculo e expressão de resultados.....</b>	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2</b>	<b>COMPARAÇÃO COM OUTROS MATERIAIS.....</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	

# 1 INTRODUÇÃO

O bambu tem sido utilizado em países asiáticos para diversos fins e é utilizado para o sustento de mais de um bilhão de pessoas principalmente para pessoas de zonas rurais mais pobres da Ásia e também de países da América do Sul. (DINIZ, 2014).

Muitos povos asiáticos consideram o bambu uma dádiva dos deuses, chamado de “ouro verde da floresta e amigo do homem”, devido às suas diversas utilizações e por seu fácil plantio. Porém no Brasil é visto de outra forma e ainda é atribuído, de forma pejorativa, o título de “madeira dos pobres”. (APUAMA, [20--]).

“Há cerca de 75 espécies com mais de 1.300 variedades de bambu espalhadas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas pelo mundo, o bambu por suas qualidades tem atraído a atenção de pesquisadores e empresários. Uma das características do bambu é o crescimento 30% mais rápido do que de outras espécies de árvores consideradas como de rápido crescimento. O crescimento é vigoroso e o seu rendimento em peso por hectare ao ano é 25 vezes maior do que o de qualquer espécie de madeira”. (DINIZ, 2014).

Segundo Diniz (2014), O bambu é um recurso renovável, diferente dos outros materiais, ainda mais quando se fala em construção civil sustentável, diferente da madeira que tem se tornado um recurso escasso, o que inviabiliza alguns sistemas de produção o que causa o aumento do preço da madeira.

De acordo com Recht (1994), o bambu já era utilizado desde a pré-história, principalmente no Sul da Ásia e China, sendo usado em habitações e em pontes. Existem registros de pontes de cinco mil anos atrás que venciam grandes vãos com o auxílio de cabos de fibras de bambu.

“O bambu pode ser considerado uma real fonte sustentável de matéria-prima, uma vez que integra os três pilares da sustentabilidade: ambiental, social e econômico. A maior diversidade de bambus das Américas encontra-se em território brasileiro, que corresponde a aproximadamente 20% das espécies existentes, ou seja, uma das maiores reservas naturais de bambu do mundo. Entretanto, a cadeia produtiva do bambu, no Brasil, encontra-se em fase inicial, com poucos processos industriais empregando a matéria-prima”. (ALVES et al., 2015).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Estudos recentes apontam que alguns bambu podem suportar carga de compressão superior à do próprio aço em certos casos, que é um dos principais materiais usados na construção civil atualmente. O bambu é um material que pode ser usado na construção civil em diversas áreas como: pilares, vigas, alvenarias, painéis, forros, interiores (decoração), mobiliário, cercamento, controle de encostas e erosão, construções temporárias, andaimes e escoramentos de estruturas.

Apesar dos seus diversos usos o bambu não é tão utilizado na construção civil no Brasil, sendo apenas mais empregado na parte de decoração e cercamento, tendo em conta que no Brasil não há normas técnicas para o uso do bambu na construção civil, porém conforme publicado no Boletim 161 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), edição de janeiro/fevereiro de 2018, apresentou-se um resumo do andamento da elaboração de norma técnica específica para o bambu.

Além de suas diversas utilidades o bambu também é um material sustentável, o que pode torná-lo uma alternativa para substituir outros materiais utilizados na construção civil que não são sustentáveis.

“O corpo do maior bambu não é grande em comparação a muitas outras árvores da floresta. Mas ele pode suportar invernos frios e verões muito quentes e são por vezes as únicas árvores que ficam de pé após uma tempestade.” (REYNOLDS, 2010).

Justifica-se por meio desses argumentos, desenvolver uma pesquisa que analise através de experimentos a aplicação do bambu *bambusa vulgaris vittata* na construção civil.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Por meio de uma análise experimental, foi apresentado a capacidade de resistência à compressão e demais parâmetros mecânicos do bambu *bambusa vulgaris vittata* na aplicação da construção civil.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos deste trabalho, tem-se:

- Investigar qual a aplicabilidade do bambu na construção civil.
- Apresentar as vantagens e desvantagens de sua utilização.

- Apresentar a variabilidade de tratamentos de conservação e aplicabilidade de execução como elemento construtivo.
- Promover por meio de ensaios laboratoriais, a estimativa da capacidade de resistência à compressão e cisalhamento do bambu.

### 1.3 METODOLOGIA

O trabalho consiste em analisar de maneira prática e objetiva os usos do bambu na construção civil. Para isso buscou-se uma revisão bibliográfica e uma pesquisa experimental. A metodologia de pesquisa trata-se de uma forma descritiva de busca de dados e indicações para análise sobre o bambu em geral e especificamente sobre o bambu *bambusa vulgaris vittata*. Para a pesquisa experimental serão realizados ensaios de compressão e cisalhamento no Centro Tecnológico do Centro Universitário UniEVANGÉLICA onde será analisado a capacidade de resistência das peças pela variabilidade dos diâmetros das mesmas e da posição das fibras.

## 2 BAMBU

### 2.1 HISTÓRIA

A origem da palavra Bamboo vem da palavra malaia "Mambu". O malaio é a língua nacional da Malásia e da Indonésia. No final do século XVI (de 1590 a 1600) os holandeses batizaram-no de "Bamboes", após o qual recebeu o nome neo-latim "Bambusa". Alguns afirmam que a palavra original malaia era "Bambu", lembrando o som que faz quando o bambu explode no fogo. Quando o bambu é aquecido, o ar nas câmaras de internódio oco é selado e se expandirá e causará um som explosivo. (SCHRÖDER, 2016).

De acordo com Pereira (20--), o bambu já existe desde o período Cretáceo, tendo assim entre 65 milhões e 136 milhões de anos. O bambu-gigante teve a origem na Ásia mas foi introduzido no Brasil através dos colonizadores portugueses e por imigrantes chineses e japoneses.

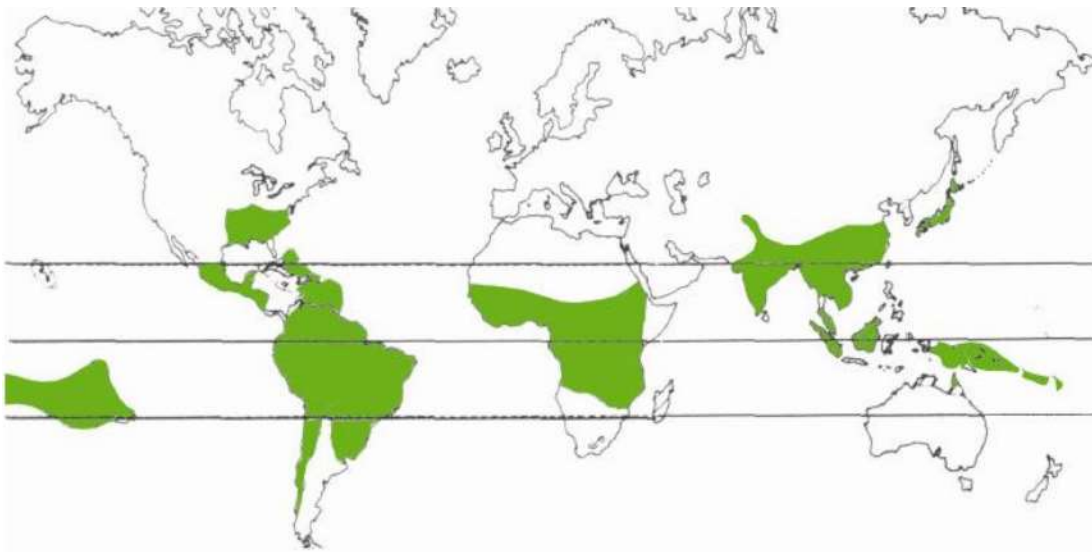
Para muitos chineses, japoneses, indianos e os povos do Sudeste Asiático e da América do Sul, os bambus estão intrinsecamente ligados à cultura e até à sobrevivência, desde os tempos antigos. (WONG, 2004).

Segundo Yu (2007, p. 14, apud WANG 2000), bambu não é um campo novo para os pesquisadores: na China, na dinastia Jin (265-420 aC), tem registros de monografia, que observou e registrou as propriedades botânicas de diversas espécies de bambu.

De acordo com Schröder (2016), o bambu pertence à sub-família *Bambusoideae* da família das gramíneas perenes *Poaceae* (*Gramineae*). Foi o botânico alemão Charles Kunth quem publicou suas descobertas taxonômicas pela primeira vez em 1815. De todas as gramíneas, o bambu é o maior e o único que pode se diversificar em florestas.

“O Bambu é da família Poaceae, da sub-família *Bambusoideae*. Tem dois grandes grupos de bambus: os lenhosos e os herbáceos. A sub-família *Bambusoideae* se divide entre esses dois grandes grupos de bambu. Os estudiosos só ainda não chegaram a um consenso quanto ao número exato de espécies, no entanto sabe-se que é em torno de 1250, sub-distribuídas em 90 gêneros”. (ARAUJO, [20--]). Sendo a maioria das espécies encontradas na zona intertropical (Figura 1).

**Figura 1 - Distribuição do bambu no mundo**



Fonte: Lopez (2003)

## 2.2 BAMBU NO BRASIL

No Brasil o Bambu, também conhecido como Taboca ou Taquara, pode ser encontrado praticamente em todo o território brasileiro, segundo o G1 (2014), existem florestas de bambus na Amazônia brasileira, principalmente no Acre onde recobrem 35% do estado, sendo possível ser vistas em imagens de satélites.

O relatório nacional do Brasil observa que não há informações confiáveis sobre a extensão total da floresta de bambu, mas que cerca de 9 milhões de hectares de floresta na região sudeste da Amazônia são dominados pelo bambu. Há também uma área privativa de bambu plantado com 30.000 ha de *Bambusa vulgaris*, que fornece matéria-prima para uma fábrica de papel na região nordeste. O interesse pelo bambu, particularmente sua utilização industrial, está crescendo rapidamente. (LOBOVIKOV et al., 2007).

“No Brasil, as espécies mais conhecidas e disseminadas de bambu são aquelas de origem asiática. Algumas delas foram introduzidas pelos colonizadores portugueses (principais gêneros: *Bambusa* e *Dendrocalamus*), tendo sido trazidas de suas possessões na Ásia. Atualmente, tais gêneros de bambus encontram-se disseminados por todo o território nacional, fazendo parte do ecossistema, servindo de proteção da fauna e preservando os lençóis d’água”. (APUAMA, [20--]).

Segundo a Associação Catarinense de Bambu (2012), no Brasil o bambu já era utilizado antes da colonização pelos portugueses, os índios já utilizavam o bambu nativos, mas os portugueses trouxeram espécies exóticas de outros países como Índia e China.



Salgado (2001) fala que o Brasil possui cerca de 200 espécies nativas, e os indígenas já as utilizavam e ainda usam para medicina, habitação, caça, decoração e alimentação. As espécies nativas de bambu no Brasil são geralmente de pequeno e médio porte, e na maioria das vezes utilizadas para ornamentação.

O Brasil é o país com maior diversidade e o maior percentual de bambus endêmicos lenhosos da América Latina - 137 espécies (32% das espécies de bambu da América Latina) e 17 gêneros (85% dos gêneros de bambu da América Latina). Os estados de São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Bahia e Paraná apresentam a maior diversidade de bambus lenhosos. (LONDOÑO, [20--?])

Porém a maioria das espécies de bambus que vemos em nosso meio rural foram introduzidas pelos portugueses desde a colonização do país e no início do século XX por imigrantes asiáticos e essas espécies acabaram se adaptando ao nosso clima e solo.

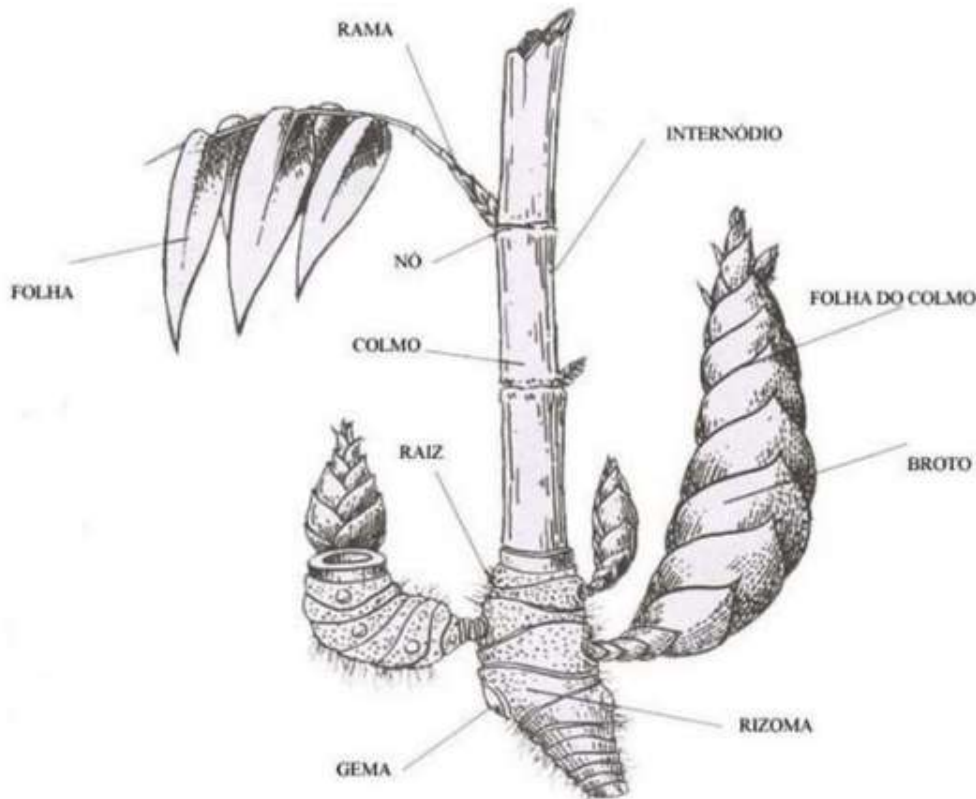
“Comercialmente sabe-se de dois plantios de grande porte no Brasil da espécie *Bambusa vulgaris* para fabricação de papel pelo Grupo Industrial João Santos, através da indústria Itapajé que produz sacos para embalagem de cimento Portland com celulose de bambu. Um no Maranhão, no município de Coelho Neto com 20.000 ha. Em outro em Pernambuco no município de Palmares com 16.000 ha.” (NUNES, 2005).

### 2.3 MORFOLOGIA DO BAMBU

De acordo com Stapleton ([20--?]), os bambus são bem adaptados aos ambientes em que crescem. Como gramíneas primitivas, elas evoluíram no interior das florestas, que é onde a maioria dos bambus lenhosos pode ser encontrada até hoje. Sua morfologia é discutida em termos de como os diferentes componentes se combinam para formar estratégias arquitetônicas que lhes permitem competir em seus habitats naturais e, em seguida, em termos dos componentes separados, o que é mais útil para a identificação.

O bambu é uma planta fibrosa e rizomatosa cuja parte subterrânea é formada por rizomas e raízes; a parte aérea tem colmos, galhos, folhas, flores e frutos (Figura 2). (ALMEIDA, 2016).

**Figura 2 - Morfologia do Bambu**



Fonte: NMBA (2004, apud RAIDAK, 2018 )

“Pelas características de seu colmo, é considerada uma planta lenhosa, classificada como angiosperma, pois tem as sementes protegidas e produz frutos, e monocotiledôneas, que são as plantas que possuem raízes fasciculadas.” (PADOVAN, 2010).

Embora o bambu seja uma gramínea, muitas das espécies maiores de bambu lenhoso têm aparência de árvore e são chamadas de "árvores de bambu". No entanto, existem algumas diferenças essenciais entre gramíneas e árvores. Os bambus não possuem uma camada de câmbio vascular e células meristem no topo do colmo (caule). O câmbio vascular é a camada perpetuamente crescente do tronco de uma árvore sob a casca que faz com que a árvore aumente de diâmetro a cada ano. As células meristem fazem com que a árvore cresça mais a cada ano. (SCHRÖDER, 2016).

A estrutura de uma seção transversal do colmo de bambu é caracterizada por numerosos feixes vasculares. O tamanho do feixe vascular é grande na camada interna e intermediária, mas menor e mais denso na camada externa. O comprimento da fibra varia entre 1,6-3,1 mm. Os bambus mais velhos tem fibras mais curtas. O mesmo acontece com a

camada externa em comparação com a camada intermediária e a interna. (DASSO.XRT, [20--?]).

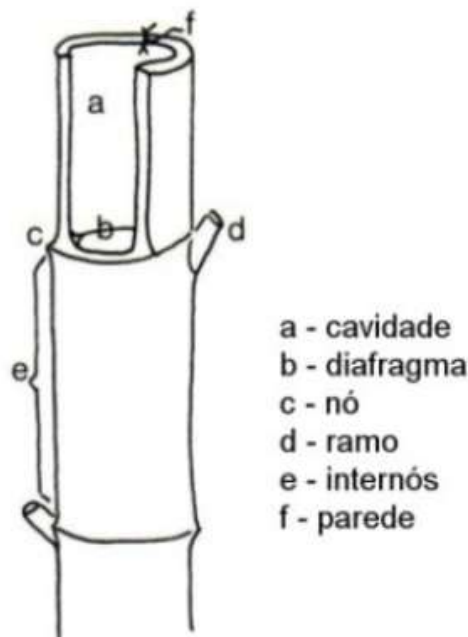
Os bambus terão por toda vida o mesmo diâmetro de quando nasceram, apesar do seu formato geométrico de cone, pois possui o diâmetro maior perto da base que vai diminuindo quanto mais perto da ponta, diferente de espécies arbóreas que crescem com o passar dos anos. (BRAGA; ARRANZ; CAMINHOLA, 2011).

De acordo com o G1 (2014), os bambus são ricos em silício, duros e resistentes, e a alternância dos colmos (mais largos ou estreitos) faz com que o bambu tenha a flexibilidade de envergar sem quebrar, além disso o seu crescimento é um dos mais rápidos do reino vegetal.

### 2.3.1 Colmo

Os colmos ou culmos de bambu (Figura 3), na maioria das espécies, possuem uma forma cilíndrica e por apresentarem sequência de entrenós ocios separados transversalmente, uns dos outros, por diafragmas (septos) que aparecem por fora como nós, e é de onde saem as folhas e os ramos. Os diafragmas conferem uma maior resistência a flambagem quando submetidos a esforços de compressão, já que atuam como enrijecedores. (RAIDAK, 2018).

Figura 3 - Partes do Colmo



Fonte: Barelli (2009, apud RAIDAK, 2018)

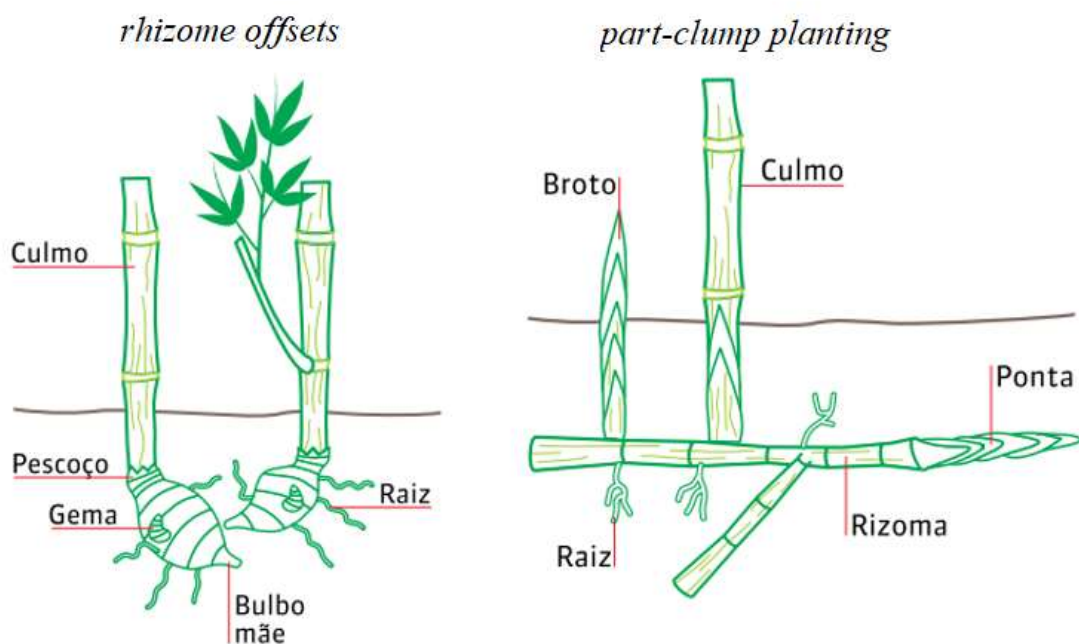
## 2.4 CULTIVO

De acordo com Guilherme, Ribeiro e Cereda (2017) o bambu possui uma morfologia peculiar, onde a planta cresce por meio de rizomas subterrâneos (caules modificados) dos quais saem as raízes e os colmos.

Segundo a *NATIONAL MISSION ON BAMBOO APPLICATIONS* ([20--]), o plantio do bambu pode ser realizado através do bulbo do rizoma ou *rhizome offsets* (Figura 4), esta é a forma tradicional e mais praticada de propagação baseada em rizomas. Tem um alto índice de sucesso porque, como consequência, várias plantas estão sendo transplantadas.

Outro método que também pode ser usado é o *part-clump planting* (Figura 4) ele é muito semelhante ao método do bulbo do rizoma, a única diferença é que um conjunto de rizoma tem 2 ou 3 bulbos conectados um ao outro é coletado como o propágulo. ([20--]).

**Figura 4 - Morfologia do crescimento do bambu**



Fonte: Bambus no Brasil (2017) (Adaptado)

Para realizar retirada do bambu o corte deve ser feito de 15 a 30 cm do solo e após o primeiro nó para evitar o acúmulo de água no interior do colmo que vai continuar no local, pois a água pode provocar o apodrecimento do rizoma. Para fazer o corte é recomendado o

uso de serrotes ou motosserras, já que outro instrumento pode causar rachaduras. (CARDOSO JUNIOR, 2000).

Para ser utilizado na construção civil, os colmos devem estar maduros, pois assim estarão em sua resistência máxima. Para identificar as idades dos colmos na plantação deverá ser efetuada por meio de marcações, já que se for realizada de visualmente o resultado será muito impreciso. (PADOVAN, 2010).

Comparando com o eucalipto (Tabela 1), pode se observar como o plantio do bambu pode ser vantajoso sendo uma opção de substituição para várias madeiras já que apresenta uma excelente relação com benefícios nos aspectos apresentados. (PADOVAN, 2010).

**Tabela 1 - Custo do plantio, crescimento e ciclo de produção do eucalipto e bambu**

<b>Material</b>	<b>Custo do Plantio por Hectare</b>	<b>Rendimento</b>	<b>Período de Produção</b>
<b>Eucalipto</b>	R\$ 1240-1660	12 a 16 t/ha/ano umidade de 6%	20 anos (aprox. 3 cortes)
<b>Bambu</b>	R\$ 830-1040	20 a 30 t/ha/ano	60 a 120 anos

Fonte: Pandovan (2010, apud KAMEGASAWA, 2004)

## 2.5 UTILIZAÇÕES

### 2.5.1 Uso Geral

De pequenos utensílios a grandes estruturas de construção, o bambu é transformado de muitas maneiras e de forma criativa. O bambu em sua forma pura pode ser usado na construção civil, artesanato, criação de instrumentos, varas de pescar e algumas espécies como alimentos e remédios. O bambu ainda pode ser processado e utilizado para produção de carbono ativado, carvão, palitos, chapas, esteiras, compósitos, papel e celulose, entre outros (Figura 5).

**Figura 5 - Usos múltiplos do bambu**



Fonte: Folha de Piedade (2016)

Os brotos de bambu são comestíveis. Eles são usados em inúmeros pratos asiáticos e caldos e estão disponíveis em supermercados em várias formas fatiadas, em versões frescas e enlatadas. (DASSO.XRT, [20--?]).

Ainda segundo a Dasso.xrt ([20--?]), o bambu é usado na medicina chinesa para tratar infecções e curar. No sistema indiano de medicina tradicional, diz-se que a concreção de silício encontrada nos colmos do caule de bambu é um tônico para as doenças respiratórias.

### 2.5.2 Uso na Construção Civil

Arquitetos e Engenheiros que fazem uso da Bambu criam prédios muito inovadores como por exemplo do edifício em Hong Kong (Figura 6). A arquitetura de bambu pode parecer uma forma exótica de campo, especialmente no contexto ocidental. E é fato que literatura detalhada sobre bambu na arquitetura moderna é difícil de encontrar. (RAO, 2014)

O bambu foi usado como material de construção para habitação desde tempos imemoriais. No entanto, com o advento de materiais como concreto e aço, seu uso foi significativamente reduzido nos últimos 50-100 anos. (INTERNATIONAL ENGINEERING AND CONSTRUCTION CONFERENCE, 2010).



**Figura 6 - Utilização do bambu em andaime em arranha-céu em Hong Kong**



Fonte: Steinhauer ([20--?])

Além do bambu poder ser transformado em muitas coisas, é conhecido por sua força e é por isso que se torna o material da engenharia e da arquitetura. No Sudeste Asiático, muitos construtores chamam o bambu de “o aço vege”, “a grama de ferro”, “o aço dos pobres”, etc. (WORLD BAMBOO CONGRESS, 2015).

O bambu pode ser usado na construção civil de diversas maneiras como em pilares, vigas, alvenarias, painéis, forros, interiores (decoração), mobiliário, cercamento, controle de encostas e erosão, construções temporárias, andaimes e escoramentos de estruturas; apesar dos seus mais variados usos ele não é tão usado no Brasil.

Segundo Jain ([20--]) o bambu como material de construção tem alta resistência à compressão e o baixo peso tem sido um dos materiais de construção mais usados como suporte para concreto, especialmente naqueles locais onde é encontrado em abundância.

De acordo com Gonçalves (2014), no Brasil o bambu é mais utilizado em cercamento, decoração e mobiliário e sendo menos utilizado em escoramento de estruturas, engradamento para cobertura, pilares e vigas.

Tabela 2 - Características das principais espécies de bambus para construção

Nome Científico	Origem (principal)	Comprimento (m)	Diâmetro (cm)	Características e usos
<i>Dentrocalamus latiflorus</i>	Tailândia, Raiwán e Filipinas	25,00	20,00	Espessura das paredes: 0,5~3,5 cm; entrenós: 20,00-70,00 cm; uso geral na construção.
<i>Dendrocalamus strictus</i>	Índia, Tailândia e Birmânia	5,00~15,00	5,00~8,00	Bambu muito forte, frenalmente maciço; uso geral na construção.
<i>Bambusa aculcata</i>	México ao Panamá	22,80	12,70	Entrenós relativamente curtos; substância lenhosa de espessura mediana; uso geral na construção.
	Venezuela a México	18,20	10,10	Entrenó relativamente curtos; colmos inferior semi-maciços.
<i>Bambusa augustifolia</i>	Brasil, Peru, Equador, Colômbia e Argentina ao Panamá	27,40	15,20	Entrenós relativamente curtos; espessura de até 2 cm; utilizado em quase todos os componentes das casas. Muito resistente ao ataque de fungos e insetos.
<i>Bambusa superba</i>	Brasil	22,8	12,7	Uso geral na construção.
<i>Melocanna baccifera</i>	Índia, Paquistão e Birmânia	15,20~21,30	3,80~7,60	Entrenós de 30,48~50,80 cm; peças retilíneas, paredes delgadas, porém forte e duráveis. Material principal para construção de casa populares.
<i>Phyllostachys bambusoides</i>	China e Japão	22,80	15,20	Peças retilíneas; substância lenhosa de espessura mediana, mas de excelente qualidade; uso geral na construção.
<i>Phyllostachys edulis</i>	Taiwán	4,0~20,0	5,0~18,0	Uso geral na construção.
<i>Phyllostachys siamensis</i>	Tailândia e Birmânia	7,60~14,10	3,80~7,50	Paredes grossas; entrenós 15,24~30,48 cm ; muito resistente e retilíneo.

Fonte: Pandovan (2010, apud TOLEDO FILHO, 1990)

Pimentel (1997), afirma que o bambu, apesar de ser utilizado pelo homem do campo, é pouco utilizado devido ao preconceito, pelo fato de ser um material disponível acaba sendo considerado sem valor.

#### 2.5.2.1 Vantagens

O bambu possui várias vantagens que o tornam uma ótima alternativa para ser utilizada na construção civil como os exemplos listados a seguir: (DAS; SARKAR, 2018) (JAIN, [20--]) (GILL; KUMAR, 2016).



- É leve, forte e versátil.
- Alta resistência a tração e compressão.
- Resistência à tração: O bambu tem maior resistência à tração do que o aço, porque suas fibras são executadas axialmente.
- Resistência ao Fogo: A capacidade do bambu para resistir ao fogo é muito alta e pode suportar temperaturas de até 4000 °C. Isso se deve à presença de alto valor de ácido silicato e água.
- Elasticidade: O bambu é amplamente preferido em regiões propensas a terremotos devido às suas características elásticas.
- Ao contrário de outros materiais de construção como cimento e amianto, o bambu não representa perigo para a saúde.
- Eles são econômicos e fáceis de usar.
- Peso do bambu: Os bambus, devido ao seu baixo peso, são facilmente deslocados ou instalados, facilitando muito o transporte e a construção.
- É um excelente isolante térmico e acústico.
- É mais barato que materiais convencionais.
- É um material natural renovável de rápido crescimento.
- É um material disponível e ecológico.
- É uma alternativa viável para o aço, concreto e alvenaria.
- É rentável e fácil de trabalhar.
- Pode ser facilmente curvado para adquirir a forma desejada.
- Sua enorme elasticidade o torna um material de construção muito útil em áreas com riscos muito altos de terremotos.

#### 2.5.2.2 Desvantagens

Apesar de suas diversas vantagens, ainda sim existe desvantagens em seu uso na construção civil, algumas podem ser resolvidas através de tratamentos ou formas alternativas, a seguir segue algumas desvantagens. (DAS; SARKAR, 2018) (JAIN, [20--]) (GILL; KUMAR, 2016).

- Não possui norma brasileira.

- Baixa resistência a forças cortantes.
- Encolhimento - O bambu encolhe muito mais do que qualquer outro tipo de madeira, especialmente quando perde água.
- Durabilidade - bambu é submetido a ataque de fungos, insetos; Por esse motivo, estruturas de bambu não tratadas são vistas como temporárias com uma expectativa de vida não superior a 5 anos.
- Ligações - embora existam muitas técnicas de liga.ções, sua eficiência estrutural é questionável.
- Propenso a pegar fogo muito rápido pelo atrito entre o colmo.
- A grande variação de formas e resistências.

## 2.6 NORMAS

Não existe atualmente uma norma brasileira para bambu, isso impede que o bambu tenha o mesmo destaque que os demais materiais da construção, porém em 12 de julho de 2017 foi realizada uma reunião para discutir uma proposta para criação da Norma Brasileira para Estruturas de Bambu. (BERALDO, 2017).

As Normas para bamboo mais utilizadas são:

- Norma Indiana (*“Indian Standard 6874 – “Method of tests for bamboo”*);
- Norma Internacional ISO (*“ISO 22157 Bamboo — Determination of physical and mechanical properties”*);
- Norma colombiana NSR-10 (*“Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente: NSR-10”*);
- Norma Peruana NTP E.100 (*“Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma NTE E.100”*);
- Norma Equatoriana (*“Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC - Estructuras de Guadúa (GaK)”*).

Como alternativa no Brasil é utilizada a NBR 7190 , NSR 10, NTP E.100 e ISO 22157 para dimensionar estruturas de bambu. Sendo a NBR 7190 para projetos de estruturas de madeiras mas é a norma brasileira que mais se adequa para bambu, já a NSR 10 e a NTP E.100 só trabalham com bambu guadua augustifolia , já a ISO 22 157 é a mais completa e pode ser usada para diferentes tipos de bambus inclusive ela que será utilizada como base para a criação da NBR sobre bambu. (ROSALINO, 2017).

## 2.7 BAMBUSA VULGARIS VITTATA

*Bambusa vulgaris vittata* é o nome científico do bambu conhecido como bambu-brasileiro e bambu-imperial e bambu-verde-amarelo (Figura 7). É um bambu originário do sul da Índia e é cultivado em todo território brasileiro, acredita-se que foi trazido pelos portugueses, essa espécie pode atingir diâmetros de 10 centímetros e 15 metros de altura. (SISTSP // BANCO DE PLANTAS NOTÁVEIS, 2013).

**Figura 7 - Bambusa Vulgaris Vittata**



Fonte: Schröder (2011)

De acordo com Ferreira (2010, p. 3, apud DA SILVA 2007), essa espécie pode ser encontrada em diversas partes do mundo, principalmente na China, Madagascar, Ásia, Austrália, África, América Central e do Sul. Onde é usada para a construção de barcos, estacas, construções temporárias, celulose e papel.

O bambu *Bambusa Vulgaris Vittata* é facilmente reconhecido por sua cor amarela e faixas verdes largas e estreitas espalhadas aleatoriamente pelo seu colmo (como visto na Figura 7), seus ramos são agrupados com um ramo dominante maior, seus ramos são frequentemente listrados também. (SCHRÖDER, 2011).

No Brasil essa espécie está presente em praticamente todo território nacional, com destaque para a Amazônia brasileira onde existe diversas florestas de bambus, principalmente no Acre onde elas correspondem a 35% do estado sendo até mesmo possível serem vistas através de imagens de satélites. (G1, 2014).

Essa espécie é comumente utilizada como bambu ornamental , usada no controle de erosões em encostas e leitos de rios, seus brotos podem ser fervidos e usados como medicamentos e seus colmos podem ser utilizados como viga em construções leves e em móveis. Na América central é muito usado para fazer cestas e como postes para antenas. (SCHRÖDER, 2011).

### 3 PROGRAMA EXPERIEMENTAL

Os ensaios de resistência à compressão e de resistência ao cisalhamento foram promovido no Centro Tecnológico do Centro Universitário de Anápolis UniEVANGÉLICA no dia 03/10/2019. Em que este foi composto pela ruptura de 12 corpos-de-prova compostos por nós e ausentes de nós em sua constituição, os testes foram realizados adaptando o proposto pela ISO 22157-1.

#### 3.1 SECAGEM

A secagem do bambu aconteceu de forma natural durante cerca de 3 meses. Após a secagem pode-se notar a mudança da coloração do bambu onde sua cor amarela ficou opaca e suas listras verdes ficaram com um tom cinza (Figura 8), e em algumas paredes dos colmos próximo aos nós surgiram pequenas fissuras no sentido das fibras.

**Figura 8 - Bambu após a secagem**



Fonte: Próprio autor.

#### 3.2 AMOSTRAS

Para a retirada das amostras (Figura 9) foram marcadas no corpo do bambu os locais para ser realizado o corte e foi utilizado uma cegueta para fazer os cortes.

**Figura 9 - Amostras de bambu**

Fonte: Próprio autor.

As dimensões das amostras de bambu (Tabela 3) são iguais tanto para os testes de compressão quanto os de cisalhamento, mudando apenas o comprimento  $L$ , onde para compressão foi utilizado 20 cm e cisalhamento 10 cm.

A área da seção perpendicular à direção das principais fibras e colmos é calculado pela seguinte fórmula:

$$A = (\pi / 4) \times [D^2 - (D - 2e)^2] \quad (1)$$

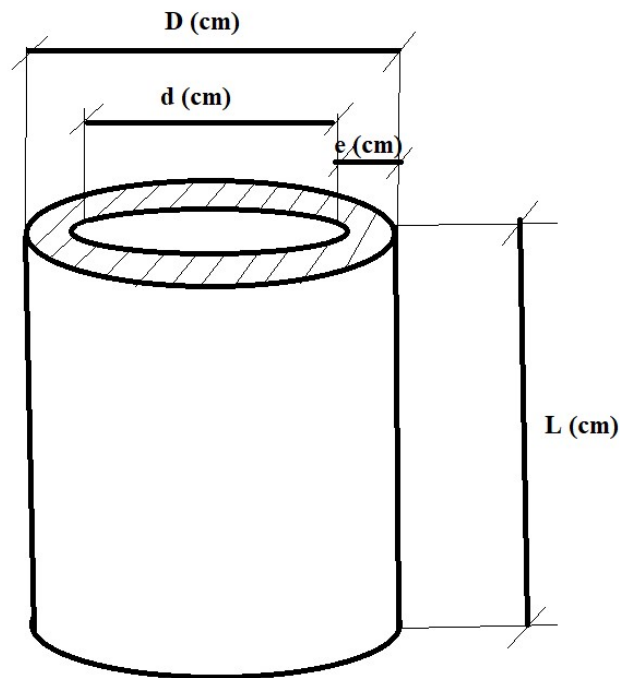
Onde:

$D$  é o diâmetro externo, em cm,

$e$  é a espessura da parede, em cm,

$A$  é a área da seção transversal, em  $\text{cm}^2$ .

Figura 10 - Dimensões do bambu



Fonte: Próprio autor.

Tabela 3 - Dimensões das amostras do bambu

Amostra	Diâmetro externo, $D$ (cm)	Diâmetro interno, $d$ (cm)	Espessura, $e$ (cm)	Área, $A$ (cm <sup>2</sup> )
Topo com nó	6	5,5	0,25	4,51
Topo sem nó	6	5,5	0,25	4,51
Meio com nó	7,5	6,5	0,5	10,99
Meio sem nó	7,5	6,5	0,5	10,99
Base com nó	8	6	1	21,98
Base sem nó	8	6	1	21,98

Fonte: Próprio Autor.

### 3.3 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE COMPRESSÃO

Nesse ensaio foi determinada a tensão de compressão final das amostras de bambu, através de um método para compressão de testes paralelos ao eixo em amostras de colmos de bambu.

### 3.3.1 Aparelhos

Os ensaios foram realizados na Máquina Universal de Ensaio de Tração e Compressão (Figura 11) presente no Centro Tecnológico do Centro Universitário UniEVANGÉLICA.

**Figura 11 - Máquina Universal de Ensaio de Tração e Compressão**



Fonte: Próprio autor.

### 3.3.2 Preparação das amostras do ensaio

As amostras foram retiradas da parte inferior, parte central e parte superior do bambu. Estas espécimes foram marcadas com as letras B, M e T, respectivamente.

Para o ensaio de compressão o comprimento das amostras foi de 20 cm.



### 3.3.3 Procedimento

A amostra foi colocada de modo que o centro da cabeça móvel ficasse verticalmente acima do centro da seção transversal da amostra.

A carga foi aplicada continuamente durante o teste para fazer com que a cabeça móvel da máquina de teste se deslocasse a uma taxa constante de 0,01 mm /s.

A leitura final da carga máxima, na qual a amostra falha, foi registrada.

### 3.3.4 Cálculo e expressão de resultados

A tensão máxima de compressão deve ser determinada pela seguinte fórmula:

$$\sigma_{ult} = \frac{F_{ult}}{A} \quad (2)$$

Onde:

$\sigma_{ult}$  é a tensão de compressão final, em MPa (ou N/mm<sup>2</sup>),

$F_{ult}$  é a carga máxima na qual a amostra falha, em N,

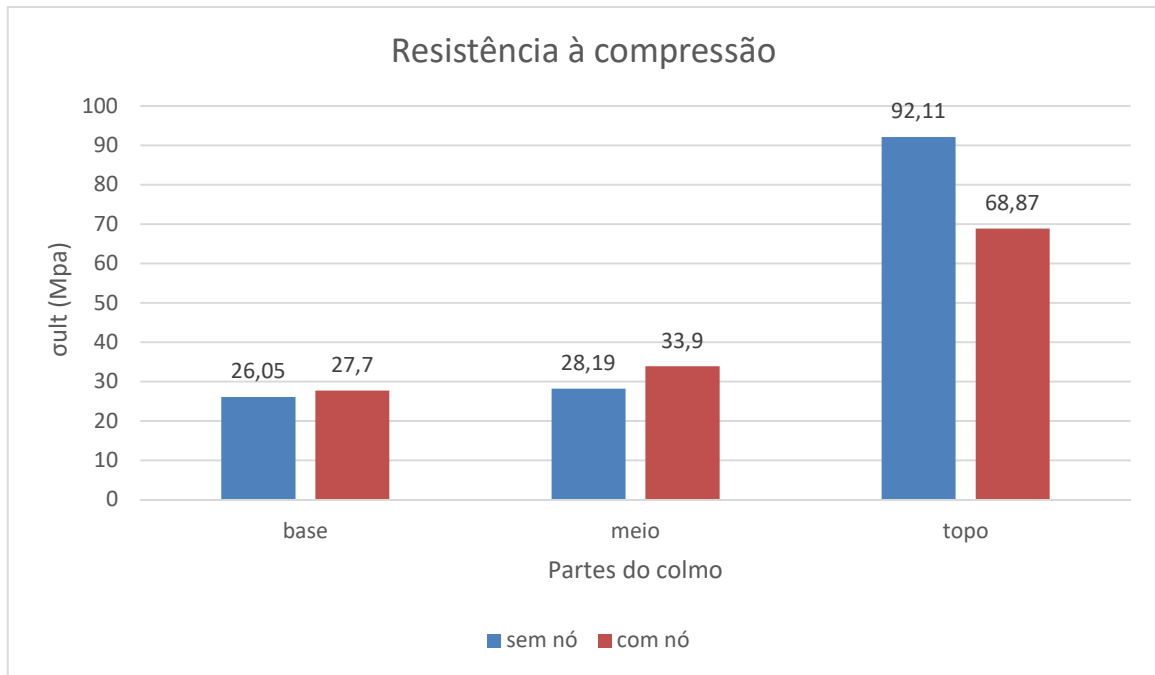
$A$  é a área da seção transversal, em mm<sup>2</sup>.

**Tabela 4 - Resultados da compressão**

Parte do Bambu	Carga máxima na qual a amostra falha, $F_{ult}$ (N)	Área da seção transversal, $A$ (mm <sup>2</sup> )	Resistência à compressão, $\sigma_{ult}$ (MPa)
Base sem nó	57270	2198	26,05
Base com nó	60899	2198	27,70
Meio sem nó	30989	1099	28,19
Meio com nó	37265	1099	33,90
Topo sem nó	41538	451	92,11
Topo com nó	31087	451	68,87
Valor médio	39422	1099	31,05
Variação	31087 - 60899	451 - 2198	26,05 - 92,11

Fonte: Próprio Autor.

**Figura 12 - Gráfico do ensaio de Compressão**



Fonte: Próprio Autor.

### 3.4 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE CISALHAMENTO

Nesse ensaio foi determinada a resistência final ao cisalhamento das amostras de bambu através de um método para ensaios de cisalhamento em amostras de colmos de bambu, paralelas às fibras.

#### 3.4.1 Aparelhos

Os ensaios foram realizados na mesma Máquina Universal de Ensaio de Tração e Compressão utilizada no ensaio de compressão.

#### 3.4.2 Preparação das amostras do ensaio

As amostras foram retiradas da parte inferior, parte central e parte superior do bambu. Estas espécimes foram marcadas com as letras B, M e T, respectivamente.

Para o ensaio de cisalhamento o comprimento das amostras foi de 10 cm.

### 3.4.3 Procedimento

A amostra foi colocada de modo que o centro da cabeça móvel ficasse verticalmente acima do centro da seção transversal da amostra. O espécime também foi centrado em relação aos locais de apoio e carregamento. Uma pequena carga não superior a 1 kN foi aplicada inicialmente para definir a amostra.

A carga foi aplicada continuamente durante o teste para fazer com que a cabeça móvel da máquina de teste se desloque a uma taxa constante de 0,01 mm / s.

A leitura final da carga máxima, na qual a amostra falha foi registrada.

### 3.4.4 Cálculo e expressão de resultados

A resistência final ao cisalhamento deve ser calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$\tau_{ult} = \frac{F_{ult}}{(e*L)} \quad (3)$$

Onde:

$\tau_{ult}$  é a força de cisalhamento final, em MPa, arredondada

$F_{ult}$  é a carga máxima na qual a amostra falha, em N,

$e$  é a espessura, em mm,

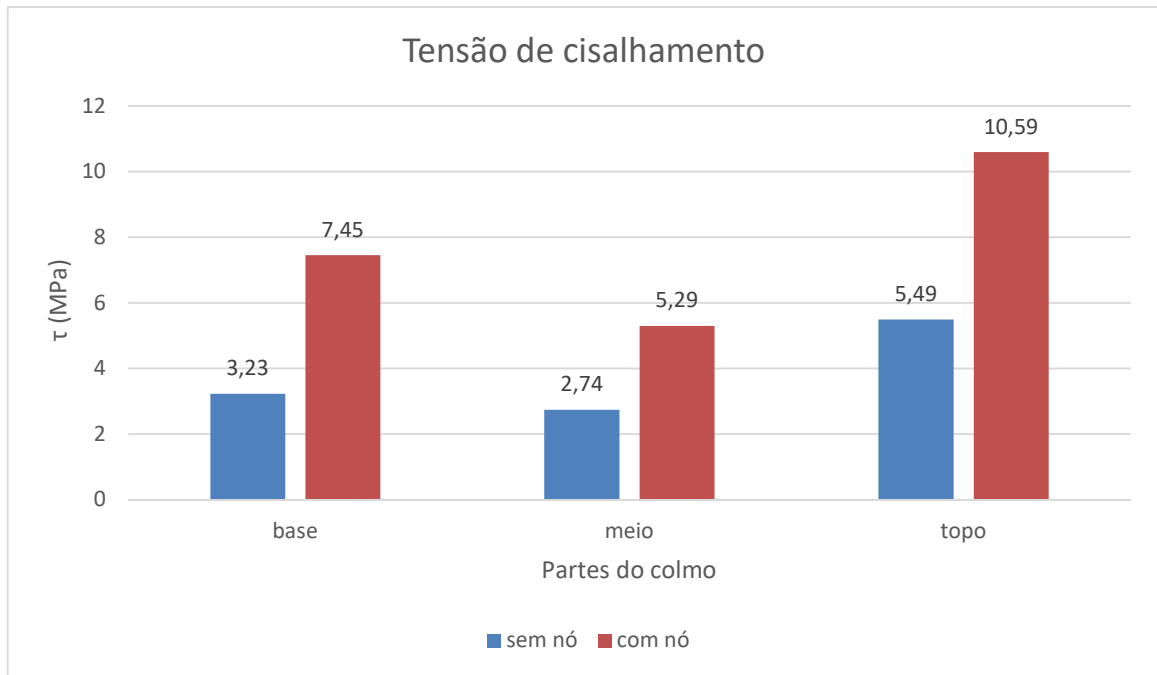
$L$  é o comprimento, em mm.

**Tabela 5 - Resultados do cisalhamento**

Partes do Colmo		Tensão de cisalhamento, $\tau$ (MPa)
Base	Com nó	7,45
	Sem nó	3,23
Meio	Com nó	5,29
	Sem nó	2,74
Topo	Com nó	10,59
	Sem nó	5,49
Valor Médio		5,39

Fonte: Próprio Autor.

Figura 13 - Gráfico do ensaio de Cisalhamento



Fonte: Próprio Autor.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os bambus tendem a ter uma diminuição gradual, no sentido da base para o topo, no diâmetro do colmo, na espessura da parede e no comprimento internodal.

Os ensaios experimentais realizados para obtenção das características mecânicas do bambu *bambusa vulgaris vittata* demonstraram que ele resiste mais aos esforços de compressão do que aos de cisalhamento.

A resistência à compressão média foi de 31,05 MPa, com valor máximo de 92,11 MPa e 68,87 MPa no topo, com e sem nó, respectivamente.

A resistência média ao cisalhamento foi de 5,39 MPa, com os valores máximos no topo.

Nos testes de compressão o bambu tende a romper em apenas um ponto no sentido das fibras sem apresentar deformação aparente até atingir o  $F_{ult}$  onde emite um estrondo e se deforma (Figura 14), após a retirada da carga de ruptura tendem a voltar para a posição inicial (Figura 15).

Figura 14 - Bambu sendo rompido no ensaio de compressão



Fonte: Próprio autor.

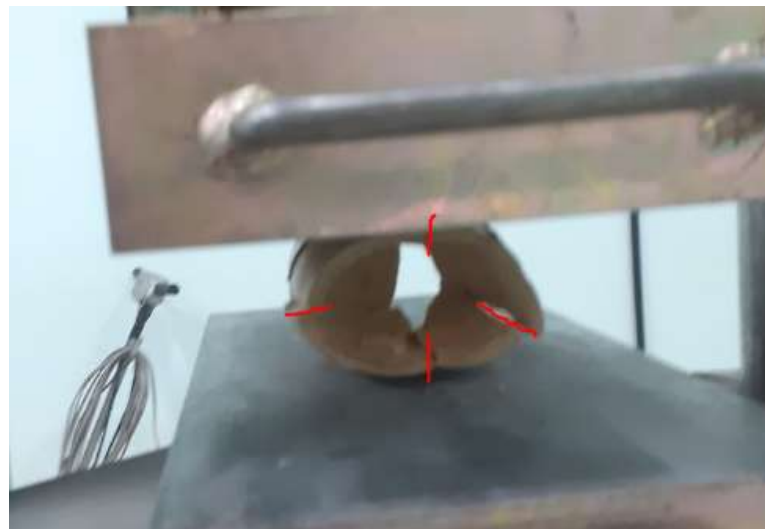
**Figura 15 - Bambu de volta a posição inicial no ensaio de compressão**



Fonte: Próprio autor.

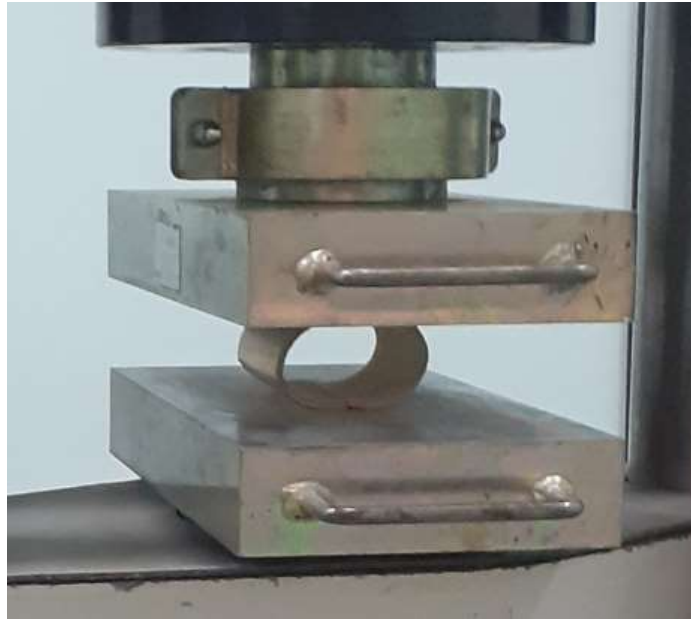
Já nos testes de cisalhamento o bambu tende a romper em quatro pontos no sentido das fibras, é possível acompanhar a deformação visualmente enquanto a carga é aplicada (Figura 16), após a retirada da carga de ruptura não tende a voltar completamente para a posição inicial (Figura 17).

**Figura 16 - Bambu rompido no ensaio de cisalhamento**



Fonte: Próprio autor.

**Figura 17 - Bambu sendo rompido no ensaio de cisalhamento**



Fonte: Próprio autor.

A resistência tanto no cisalhamento quanto na compressão tende a ser maior nos colmos com nó.

#### 4.2 COMPARAÇÃO COM OUTROS MATERIAIS

Em relação a outros bambus teve apenas a resistência média a compressão e cisalhamento maior que a *Guadua Augustifolia*, que é o bambu utilizado nas normas colombiana e peruana.

Em relação ao ferro tanto a resistência na compressão quanto no cisalhamento são extremamente inferiores, sendo a resistência a compressão do ferro 25 a 35 maior do que a do bambu e a resistência ao cisalhamento do ferro de 44 a 185 vezes maior que a do bambu.

Se comparado as madeiras o bambu também possui resistência inferior, sendo a resistência a compressão da madeira quase o dobro do bambu e a resistência ao cisalhamento da madeira de 6 a 12 vezes maior que a do bambu.

A resistência a compressão do bambu é maior que os diferentes tipos de materiais de alvenaria apresentados, cerca de 2 a 4 vezes maior, além de ser mais leve tornando ele uma opção viável para alvenaria.

Já a resistência a compressão do bambu em relação ao concreto simples e ciclopico é quase o dobro, porém ainda assim é um pouco inferior ao concreto armado.

**Tabela 6 - Resistência a compressão e a cisalhamento de diversos materiais**

Material	Resistência à compressão média, $\sigma_{ult}$ (MPa)	Tensão de cisalhamento média, $\tau$ (MPa)
<b>BAMBU</b>		
Bambusa Arundinacea	38,85	9,85
Bambusa Vulgaris Vittata	31,05	5,39
Gigantochloa Apus	35,70	7,55
Gigantochloa Atter	35,30	9,60
Gigantochloa Verticullata	33,95	7,80
Guadua Augustifolia	29,48	2,02
<b>FERRO</b>		
Ferro laminado	1100	1000
Ferro fundido	800	240
<b>MADEIRAS*</b>		
Duras	80	65
Semi-duras	70	55
Brandas	50	35
<b>ALVENARIA</b>		
Tijolo comum	7	-
Tijolo Furado	6	-
Tijolo Prensado	11	-
<b>CONCRETO</b>		
Simples 1:3:6	18	-
Armado 1:2:4	45	-
Ciclopico 1:3:6	18	-

\*compressão paralela às e cisalhamentos perpendicular às fibras.

Fonte: Adaptado de Baêta e Sartor (1999) e Moreira (2018)



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bambu é usado para uma ampla gama de finalidades do dia a dia, tanto como uma matéria prima quanto até mesmo como alimento. Foi a espinha dorsal de grande parte da vida rural do mundo, e desempenha um papel importante no desenvolvimento e na transformação dos ambientes rurais, em várias as regiões do mundo.

O bambu, é um material renovável e ao mesmo tempo ecológico, não apresentando implicações poluentes em sua produção, o bambu não é um material perfeito, mas suas diversas vantagens o torna uma material viável para ser utilizado na construção civil, podendo em alguns casos até mesmo ser usado como um substituto da madeira, concreto e até mesmo o aço.

Para o bambu se tornar um material viável e normatizado na construção civil brasileira , ainda é necessário muitas pesquisas e incentivo, mas como foi apresentado durante este trabalho existe sim a possibilidade de vir a se torna realidade.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Jaime G. de. Potencialidades do BAMBU. In: SUSTENTABILIDADE EM DEBATE, 3. 2016, Brasília. **Galeria**. Brasília: Sustentabilidade em Debate, 2016. p. 178 - 195.

ALVES, Ana L. et al. USO SUSTENTÁVEL DE BAMBU EM DESIGN ESTUDO DE CASO DE PROTÓTIPOS DE SOUSPLAT COM USO DE RESÍDUO DE BAMBU. **Projética Revista Científica de Design**, Londrina, v. 6, n. 2, p.98-109, out. 2015.

APUAMA. **Bambu**. Disponível em: <<http://apuama.org/bambu/>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

APUAMA. **História do bambu no Brasil**. Disponível em: <<http://apuama.org/historiabambu/>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

ARAÚJO, Marília. **Bambu**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/plantas/bambu/>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

BAÊTA, Fernando da Costa; SARTOR, Valmir. **Resistência dos materiais e dimensionamento de estruturas para construções rurais**. Viçosa, Mg: Universidade Federal de Viçosa, 1999.

BAMBUSC. **O Bambu**. Disponível em: <[http://bambusc.org.br/?page\\_id=1313](http://bambusc.org.br/?page_id=1313)>. Acesso em: 19 mar. 2019.

BERALDO, Antonio L.. **Norma brasileira para estruturas de bambu**. 2017. Disponível em: <<http://apuama.org/norma-brasileira-para-estruturas-de-bambu/>>. Acesso em: 13 maio 2019.

BRAGA, Débora Coting; ARRANZ, Flávia Aguiar; CAMINHOLA, Patricia Felipe. **CONSTRUÇÕES DE BAMBU: Análise estrutural de um edifício de bambu**. 2011. 103 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, SÃO Caetano do Sul, 2011.

CARDOSO JUNIOR, Rubens. **ARQUITETURA COM BAMBU**. 2000. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

DAS, Arghya; SARKAR, Saikat. Importance of Bamboo in Building Construction. **International Research Journal Of Engineering And Technology (irjet)**. West Bengal, p. 1-4. jun. 2018.

DASSO.XRT. **Bamboo**. [s. L.]: Dasso.xrt, [20--?].

DINIZ, Marisa Fonseca. **Bambu: sustentabilidade na construção civil**. Disponível em: <<https://www.engenhariaeconstrucao.com/2014/11/bambu-sustentabilidade-construcao.html>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

FERREIRA, Lucas Guilherme Reis. **QUALIDADE DO TRATAMENTO PRESERVATIVO DE BAMBU**. 2010. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo Centro de Ciências Agrárias, Jerônimo Monteiro, 2010.

**FOLHA DE PIEDADE**. Piedade, 8 jan. 2016. Disponível em: <<http://folhadepiedade.com.br/noticia/projeto-estadual-incentiva-cultivo-e-utiliza-o-de-bambu>>. Acesso em: 20 maio 2019.

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

G1. **Bambu-verde-amarelo**. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/flora/noticia/2014/12/bambu-verde-amarelo.html>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

GILL, Sanjeev; KUMAR, Rajiv. TO EXPERIMENTAL STUDY AND USE OF BAMBOO IN CIVIL STRUCTURE AS REINFORCED CONCRETE. **International Journal Of Latest Research In Science And Technology**. Dehradun, p. 102-105. mar. 2016.

GONÇALVES, Dayana Keitty Carmo. Construção civil sustentável: A utilização do bambu em Divinópolis Minas Gerais. **Revista Especialize On-line Ipog**, Goiânia, v. 1, n. 7, p.1-36, jul. 2014.

GUILHERME, Denilson de Oliveira; RIBEIRO, Nathalia Pereira; CEREDA, Marney Pascoli. **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. Rio de Janeiro: Ich - Instituto Ciência Hoje, 2017.

ICONTEC - INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. **NSR-10: ESTRUCTURAS DE MADERA Y ESTRUCTURAS DE GUADUA**. [s. L.], [20--].

INTERNATIONAL ENGINEERING AND CONSTRUCTION CONFERENCE, 6., 2010, Hyderabad. **Is Bamboo A Favourite Construction Material for Civil Engineers?** Hyderabad: Pradeep Kumar Ramancharla, 2010. 6 p.

INTERNATIONAL STANDARD. **22157-1: Bamboo — Determination of physical and mechanical properties**. 1 ed. [s. L.]: International Organization For Standardization, 2004.

JAIN, Vinay. **Bamboo as a Building Material – its Uses and Advantages in Construction Works**. [20--]. Disponível em: <<https://theconstructor.org/building/bamboo-as-a-building-material-uses-advantages/14838/>>. Acesso em: 22 maio 2019.

LOBOVIKOV, Maxim et al. **World bamboo resources: A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005**. Roma: Food And Agriculture Organization Of The United Nations, 2007. 80 p.

LONDOÑO, Ximena. **EVALUATION OF BAMBOO RESOURCES IN LATIN AMERICA**. Cali: International Network For Bamboo And Rattan, [20--?].

LÓPEZ, O. H. **The gift of the gods**. 1º Edição, D'VINNI LTDA. Bogotá, Colômbia, 2003.

MOREIRA, Luís Eustáquio. **RESISTÊNCIA MECÂNICA DOS BAMBUS**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da Ufmg Departamento de Engenharia de Estruturas, 2018.

NATIONAL MISSION ON BAMBOO APPLICATIONS. **Propagating Bamboo**. [s. L.]: Technology Information, Forecasting, And Assessment Council (tifac) Department Of Science And Technology, Government Of India, [20--].

NTP - NORMAS TÉCNICAS PERUANAS. **E. 100: BAMBÚ**. [20--?].

NUNES, Antônio Ricardo Sampaio. **Construindo com a natureza bambu : uma alternativa de ecodesenvolvimento**. 2005. 142 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2005.

PADOVAN, Roberval Bráz. **O BAMBU NA ARQUITETURA: DESIGN DE CONEXÕES ESTRUTURAIS**. 2010. 187 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2010.

PEREIRA, Marco Antonio dos Reis. **Planta que agrega**. [20--]. Disponível em: <[http://revistagloborural.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg\\_article\\_print/0,3916,921352-2584-1,00.html](http://revistagloborural.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg_article_print/0,3916,921352-2584-1,00.html)>. Acesso em: 01 abr. 2019.

PIMENTEL, M. A. **As potencialidades de inserção do bambu no sistema produtivo no Brasil**. Rio de Janeiro: UFF, 1997.

RAO, Rajshekhar. Bamboo Architecture for ecological living. **International Journal Of Advanced Research In Civil, structural, environmental And Infrastructure Engineering And Developing**. Bangalore, p. 1-7. 8 abr. 2014.

RAIDAK, Carlos Eduardo. **Cadeia produtiva do bambu como material construtivo e sua aplicação** : Estudo de caso no Estado de São Paulo. 2018. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo Instituto de Arquitetura e Urbanismo, São Carlos, 2018.

RECHT, C. WETTERWALD, M. F. **Bamboos**. London: B.T. Batsford Ltd, 1994.

REYNOLDS, Garr. **Apresentação Zen**. [s. L.]: Alta Books, 2010.

ROSALINO, Frederico. **NORMAS TÉCNICAS PARA BAMBU**. 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IE2JSrydUVQ>>. Acesso em: 13 maio 2019.

SALGADO, A.L.B. **Bambu: cultura, utilização, preservação, etc e Tao**. In: I Seminário Norte/Nordeste sobre a utilização do bambu, Santo Amaro: Anais. 2001.

SCHRÖDER, Stéphane. **Amazing Facts about Bamboo**. 2016. Disponível em: <<https://www.bambooimport.com/en/blog/facts-about-bamboo>>. Acesso em: 28 maio 2019.

SCHRÖDER, Stéphane. **Bambusa vulgaris 'Vittata'**. 2011. Disponível em: <<https://www.guaduabamboo.com/species/bambusa-vulgaris-vittata>>. Acesso em: 15 maio 2019.

SISTSP // BANCO DE PLANTAS NOTÁVEIS. **Bambusa vulgaris**. 2013. Disponível em: <[https://www.tudosobreplantas.com.br/asp/plantas/ficha.asp?id\\_planta=45](https://www.tudosobreplantas.com.br/asp/plantas/ficha.asp?id_planta=45)>. Acesso em: 07 maio 2019.

STAPLETON, Chris. **Morphology: the structure of bamboo plants**. [20--?]. Disponível em: <<http://bamboo-identification.co.uk/html/morphology.html>>. Acesso em: 30 maio 2019.

STEINHAUER, Peter. **Concoons**. Disponível em: <<https://www.petersteinhauer.com/#/home-page-1/>>. Acesso em: 16 maio 2019.

WONG, Km. **BAMBOO The Amazing Grass: A Guide to THE DIVERSITY AND STUDY OF BAMBOOS IN SOUTHEAST ASIA**. Kuala Lumpur: Institute Of Biological Sciences, Faculty Of Science, University Of Malaya, 2004.

WORLD BAMBOO CONGRESS, 10., 2015, Damyang. **Research, Education, and Design in Thai Bamboo Architecture**. Damyang: Supreedee Rittironk, 2015. 14 p.

YU, Xiaobing. **Bamboo: Structure and Culture:** Utilizing bamboo in the industrial context with reference to its structural and cultural dimensions. 2007. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arte e Design, Universität Duisburg-essen, Yibin, 2007.