

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p72>

**Sara Corrêa Marques**

Graduada em Engenharia de Materiais; Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais; Doutoranda em Engenharia Metalúrgica e de Materiais - COPPE/UFRJ

**Gabriel Andrade Luiz**

Técnico em Edificações e Mecânica Industrial, Cadista, Acadêmico do 6º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix - TR UNIVÉRTIX

**Thalles Gumieri da Silva**

Acadêmico do 6º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix - TR UNIVÉRTIX

## RESUMO

No contexto da busca por materiais sustentáveis, o bambu emerge como excelente alternativa para aplicações estruturais na construção civil e tem atraído a atenção de pesquisadores ao redor do mundo. Apesar de o Brasil possuir uma das maiores reservas de bambu do mundo, o uso dessa espécie vegetal em construções, bem como o entendimento sobre seus processos de produção e tratamento ainda não é muito difundido. O presente trabalho tem como escopo compreender os pontos mais importantes no que diz respeito à aplicação do bambu e demonstrar seu potencial e viabilidade como material estrutural natural e ecológico. Para tal, realizou-se um estudo bibliográfico sobre o tema, no qual foram exploradas as principais propriedades físicas e mecânicas do bambu, bem como seu contexto atual na construção civil. Por fim, com base nas informações obtidas, foi possível concluir que o bambu apresenta propriedades compatíveis e promissoras para as mais diversas aplicações na construção civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentáveis. Bambu. Construção. Estrutural. Ecológico.

## INTRODUÇÃO

A busca por alternativas que tornem a construção civil mais sustentável se apresenta como um dos grandes desafios para o setor nos últimos anos. O conceito de sustentabilidade advém do objetivo de desenvolver atividades capazes de suprir as necessidades do presente, sem comprometer os recursos disponíveis para as gerações futuras. Nesse contexto, o emprego de recursos renováveis como substitutos para os materiais convencionalmente usados tem sido encorajado (Goh et al., 2020).

Projetar uma construção sustentável envolve o cumprimento de diversos requisitos na etapa de seleção de materiais, dentre eles, destacam-se durabilidade, baixo custo, baixo impacto ambiental, baixo consumo de energia, possibilidade de reciclagem futura, emprego de recursos regionais, entre outros (Medina & Librelotto, 2019).

Estudos apontam que a construção civil é responsável por 54 % das emissões de dióxido carbono do mundo, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa (Baganha et al.,

2009). Dentre os materiais mais utilizados atualmente, encontram-se o concreto, por sua elevada resistência à compressão, o aço, por sua excelente resistência à tração e tenacidade, e a madeira, que também se mostra eficiente como componente estrutural (Marçal, 2008). A extração, beneficiamento e fabricação desses materiais, em especial dos aços, depende de processos industriais que requerem alto custo energético e que utilizam recursos naturais esgotáveis. Além disso, geram uma elevada quantidade de rejeitos que são descartados no meio ambiente (Sanches Trevisan et al., 2019).

Entre os materiais renováveis e de baixo impacto ambiental mais promissores para uso na construção civil, encontra-se o bambu. Bambu é o nome usado para designar muitos tipos de gramíneas com um tronco que assemelha-se ao das árvores. Existem atualmente cerca de 1300 espécies de bambu identificadas ao redor do mundo, cada uma com características particulares. No Brasil, encontra-se a segunda maior biodiversidade de bambus do mundo, atrás apenas da China. Esta família de plantas é usada para diversas finalidades, agricultura, arquitetura, culinária, medicina, bioenergia, entre outros, particularmente na Ásia. Este material possui elevada taxa de crescimento, boa resistência mecânica, baixo impacto ambiental e viabilidade econômica [ref relatório pibic]. Além disso, o plantio do bambu é capaz de reduzir a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, uma vez que sua capacidade de conversão do mesmo em gás oxigênio é maior que a das árvores (Sanches Trevisan et al., 2019).

O emprego do bambu na construção civil não é novidade. O mesmo é um dos materiais de construção mais antigos existentes, sendo utilizado por diferentes culturas e presente em pontes, casas e canais de água, especialmente em países da Ásia e América Latina. Sua utilização atual é significativa em poucos países, os quais apresentam normatização para emprego na construção civil. Entretanto, na maior parte do mundo, o uso do bambu se encontra restrito a áreas rurais e precárias, principalmente devido à ausência de normas técnicas que regulamentem o emprego deste material em grandes construções (Correal, 2020).

Embora o uso do bambu na construção civil no Brasil ainda seja pequeno, seu potencial é imensurável. Sua alta taxa de crescimento e curto ciclo de colheita o tornam excepcional quando comparado a outros materiais presentes na natureza. Além disso, resultados experimentais demonstram que o bambu apresenta limite de resistência à fratura comparável ao de um aço carbono e uma razão entre limite de escoamento e densidade até seis vezes maior que a dos aços (Goh et al., 2020).

O uso do bambu pode reduzir de maneira importante o custo final de obras de interesse social, facilitando a construção em áreas rurais, uma vez que o mesmo pode ser plantado, colhido e tratado no próprio local. Além disso, sua baixa densidade facilita e reduz o custo de transporte (Marçal, 2008).

Dentre os fatores que dificultam a expansão da utilização desta gramínea na construção civil brasileira, além da ausência de normas técnicas supracitada, pode-se destacar a carência de mão de obra especializada. Embora o sistema construtivo seja bastante simples, requer-se conhecimento específico das propriedades mecânicas deste material para a confecção de conexões e posicionamento adequado das varas no projeto estrutural. Outra limitação a ser superada é a ausência de fornecedores de grande porte que garantam a qualidade do material (Marçal, 2008).

O bambu não é considerado um material totalmente sustentável pois, para o aproveitamento satisfatório de suas propriedades mecânicas e para garantir sua durabilidade, se faz necessário o emprego de tratamentos superficiais físicos ou químicos, a fim de impedir a presença de agentes biológicos deterioradores (Sanches Trevisan et al., 2019).

O acúmulo de conhecimento acerca das propriedades do bambu por parte do meio científico e o desenvolvimento de novos testes e normas serão capazes de alavancar o uso

do bambu como componente estrutural nos próximos anos. Suas características sustentáveis acima descritas demonstram seu potencial promissor na indústria da construção civil. Estima-se que o uso do bambu será capaz de superar o da madeiras em quatro vezes em um futuro próximo (Correal, 2020).

Para que seja cada vez mais viável o emprego deste material orgânico como material de engenharia economicamente viável e com possibilidade de industrialização, fazem-se necessários estudos científicos que explorem os processos de plantação, colheita, cura, tratamento e pós tratamento, bem como análises experimentais e estatísticas das principais propriedades físicas e mecânicas do colmo do bambu. Como os resultados obtidos, torna-se possível a elaboração de critérios confiáveis de dimensionamento estrutural e de processos industriais que viabilizem economicamente a obtenção do bambu em larga escala enquanto componente estrutural (Ghavami & Marinho, 2005).

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar as principais propriedades físicas e mecânicas do bambu, bem como suas possibilidades, vantagens e limitações enquanto material estrutural com emprego na construção civil. Com base nos resultados e discussões aqui apresentados, almeja-se apresentar o amplo potencial desta gramínea dentro da construção civil e estimular seu emprego em larga escala no setor.

## **METODOLOGIA**

Este artigo trata-se de uma revisão bibliográfica exploratória que visa agregar conhecimento acerca do estado da arte do uso do bambu na construção civil. As informações aqui apresentadas baseiam-se na leitura de artigos científicos, dissertações e teses.

No escopo do trabalho, encontra-se um estudo sobre a macroestrutura e microestrutura do bambu, suas principais propriedades físicas e mecânicas, bem como conceitos relevantes a respeito do correto manejo e tratamento do mesmo de modo a obter o melhor desempenho enquanto material estrutural sustentável. Estão apresentadas ainda as principais possibilidades e formas de emprego do bambu na construção civil, além das vantagens e limitações inerentes ao material e sua aplicação.

A revisão bibliográfica aqui exposta contribui para o desenvolvimento de conceitos teóricos, comparações e validações de resultados de trabalhos futuros.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **O BAMBU**

O bambu é uma planta pertencente à família das gramíneas, com elevada taxa de crescimento e presente naturalmente em regiões de clima tropical e subtropical, sendo mais comumente encontrado na Ásia e na América Latina (Marçal, 2008).

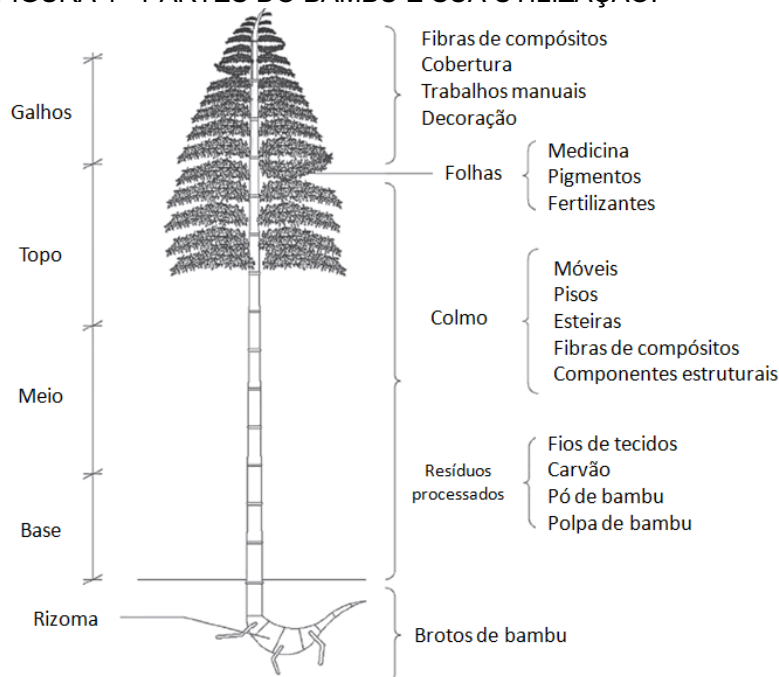
No Brasil, são catalogadas mais de 200 espécies distintas de bambu. É importante ressaltar que nem todas as espécies desta planta possuem as propriedades necessárias para emprego estrutural. Dentre as espécies mais versáteis e aplicáveis à construção civil, destacam-se as seguintes: *Arundanaria*, *Bambusa*, *Cephalostachyum*, *Dendrocalamus*, *Gigantochloa*, *Melocanna*, *Phyllostachys*, *Schizostachyum*, *Guadua* e *Chusquea* (Correal, 2020).

### **PROPRIEDADES MACROESTRUTURAIS E MICROESTRUTURAIS**

O bambu é formado por uma parte aérea e uma parte subterrânea, sendo a primeira constituída pelo colmo, galhos e folhas e a segunda constituída por rizomas e raízes. Em

seu habitat natural, pode crescer à partir de sementes ou dos rizomas. Sua raiz é fasciculada, com função de ancoragem e extração de água e nutrientes do solo. Os rizomas são caules subterrâneos com nós equidistantes. Do rizoma origina-se o colmo, parte aérea, que é formado por um série alternada de nós e entrenós (Ghavami & Marinho, 2005). É um material extremamente versátil, podendo ser usado nas mais diversas aplicações. Na Figura 1 está apresentada uma representação esquemática de suas principais partes, juntamente a exemplos de produtos que poder ser obtidos a partir das mesmas.

FIGURA 1 - PARTES DO BAMBU E SUA UTILIZAÇÃO.



FONTE: CORREAL, 2020

Conforme observado, a região de maior interesse para aplicações estruturais é o colmo. Os colmos do bambu são tubos relativamente cônicos, de elevado comprimento, que apresentam irregularidades periódicas denominadas nós. A base dos mesmos, de maior diâmetro, é a que suporta as maiores solicitações devido à ação dos ventos (Minto Fabricio et al., 2017).

Um corte longitudinal do colmo permite a observação de sua parte interna, que possui diafragmas que subdividem seções ocas entre cada nó. Cabe ressaltar que algumas espécies de bambu podem apresentar um interior maciço. São os diafragmas que conferem a resistência à torção e à flambagem do longo colmo. A distância entre os nós é denominada internó e possui influência significativa sobre a resistência mecânica do colmo (Correal, 2020).

Além da distância internodal, existem outros parâmetros de grande importância para as propriedades mecânicas do colmo, são eles: comprimento do colmo, diâmetro externo e espessura da parede. Esses parâmetros irão variar de acordo com a espécie, qualidade do solo, temperatura e umidade ambientais, insolação, manejo do bambuzal, posição ao longo com colmo, entre outros. Na Figura 2 estão dispostos um diagrama esquemático das principais regiões do colmo, bem como fotos das partes externa e interna do colmo.

Figura 2 - à esquerda, diagrama esquemático das principais regiões do colmo. no centro, parte externa do colmo. à direita, parte interna do colmo.

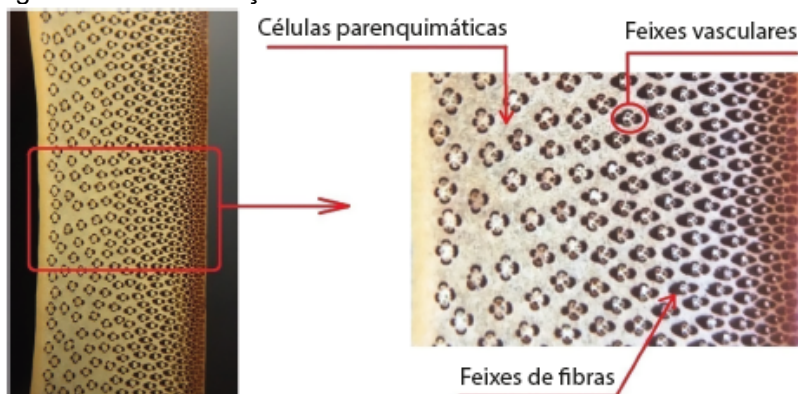


Fonte: minto fabricio et al., 2017

É importante ressaltar que parâmetros como diâmetro externo, espessura da parede e distância internodal podem variar ao longo de um mesmo colmo. Em geral, a região basal tende a apresentar maior diâmetro externo e maior espessura de parede quando comparado à extremidade superior. O espaçamento internodal tende a crescer a partir da base, atingindo valores máximos no região central e voltando a valores inferiores nas partes mais altas (Minto Fabricio et al., 2017). Devido à relação direta entre características estruturais e propriedades mecânicas, é de se esperar que haja uma variação nas propriedades mecânicas ao longo de um mesmo colmo.

Os colmos são internamente formados por fibras, vasos e condutores de seiva alinhados ao longo de seu comprimento, envolvidos por uma substância chamada parênquima. Do ponto de vista microestrutural, são considerados materiais compósitos, constituídos pela associação de fibras resistentes mecanicamente, fortemente aderidas à matriz dúctil de parênquima (Ghavami & Marinho, 2005). Conforme observado na Figura 3, a distribuição dessas fibras e vasos não é homogênea ao longo da espessura da parede do colmo. Existe uma maior densidade das mesmas próximo à face externa, de modo a elevar a resistência do bambu (Minto Fabricio et al., 2017).

Figura 3 - corte da seção transversal do colmo do bambu.



Fonte: minto fabricio et al., 2017

O bambu é constituído 40 % por fibras, 50 % por células parenquimáticas e 10 % conjuntos vasculares. A densidade de fibras tende a ser maior nas partes superiores do colmo devido ao seu formado cônico. Os conjuntos vasculares são os componentes estruturais mais variados do bambu, podendo variar forma, tamanho e distribuição ao longo da altura do colmo.

## PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS

O bambu é um material anisotrópico, ou seja, suas propriedades físicas e mecânicas variam de acordo com a direção de referência. Por ser tubular, suas direções de referência são: longitudinal, radial e circunferencial. A direção longitudinal é paralela às fibras, a direção radial é ao longo da espessura do colmo, enquanto que a circunferencial é paralela ao perímetro da seção transversal do mesmo (Minto Fabricio et al., 2017). Variações de propriedades mecânicas tendem a ser mais importantes ao longo do eixo longitudinal do colmo do bambu, principalmente devido ao fato de a densidade de fibras crescer com a altura, conforme mencionado anteriormente (Correal, 2020).

O tempo de colheita é um parâmetro chave para a obtenção de melhor performance no ponto de vista de resistência mecânica e rigidez. Esta relação pode variar dependendo da espécie, porém, em geral o bambu atinge a maturação em 3 anos. Um outro parâmetro importante é o teor de umidade presente no bambu, o qual tem um efeito significativo sobre a durabilidade do material. Assim como a madeira, o bambu seco apresenta melhor resistência mecânica quando comparado ao bambu natural, recém colhido. O teor de umidade pode afetar ainda a estabilidade dimensional, resistência à flexão e à fluência. Teores entre 20 e 30 % são considerados ideais (Correal, 2020).

Do ponto de vista estrutural, as propriedades físicas e mecânicas de maior importância para o uso do bambu são o teor de umidade, a densidade, resistências à compressão, à tensão, à flexão, ao cisalhamento e o módulo de elasticidade. A resistência à compressão é, em geral, determinada ao longo dos eixos longitudinal e radial, enquanto que as resistências à tração e ao cisalhamento são obtidas ao longo do eixo longitudinal (Ghavami & Marinho, 2005).

O limite de resistência à tração de algumas espécies de bambu pode ser variar entre 140 e 280 MPa, sendo comparável aos valores observados em aços carbono. Devido à distribuição heterogênea das fibras ao longo do eixo radial, resistência à tração do interior do colmo tende a ser inferior à observada na superfície do mesmo. (Goh et al., 2020).

É importante ressaltar que o bambu tende a apresentar uma baixa resistência à tração ao longo do eixo radial, perpendicular ao comprimento das fibras. Isso ocorre pois, neste tipo de solicitação, é a matriz de parênquima, de baixa resistência mecânica, que resiste ao esforço (Goh et al., 2020).

A variação dos valores de resistência à tração e do módulo de elasticidade em função da posição ao longo do eixo longitudinal e da presença de nós foi investigada em amostras do bambu da espécie *Guadua angustifolia* (Ghavami & Marinho, 2005). Os valores estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - propriedades mecânicas de diferentes partes do colmo do bambu da espécie *guadua angustifolia* (GHAVAMI & MARINHO, 2005).

Parte do Bambu	Resistência à tração (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)
Base sem nó	93,38	16,25
Base com nó	69,88	15,70
Centro sem nó	95,80	18,10
Centro com nó	82,62	11,10
Topo com nó	115,84	18,36
Topo sem nó	64,26	8,0

Fonte: (GHAVAMI & Marinho, 2005).

Com base nos resultados obtidos, pode-se observar que a presença de nós reduz a resistência à tração do material. Isso ocorre devido à descontinuidade das fibras nesses pontos. No nó ocorrem mudanças que alteram a seção e acúmulo de tensões. A falha dos corpos de prova de tração tende a ocorrer nessa região (Minto Fabricio et al., 2017).

A maior resistência à tração observada nas regiões do topo do nó quando comparada às demais pode ser explicada pela maior densidade de fibras presentes nessa área devido ao perfil cônico do colmo, com menor diâmetro externo na extremidade superior.

Assim como em todos os materiais compósitos, as fibras são as responsáveis pela resistência mecânica do colmo do bambu. Desse modo, suas características como distribuição, comprimento, geometria e densidade terão grande influência sobre esta propriedade.

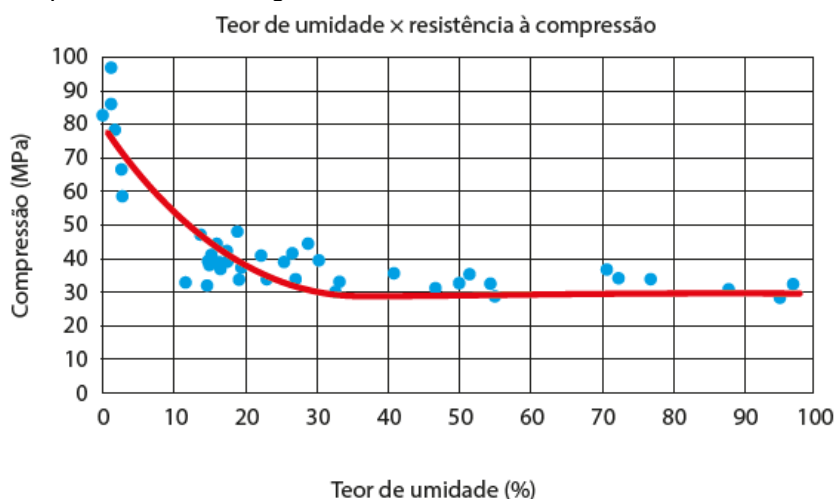
Observou-se experimentalmente que a resistência à compressão do colmo do bambu da espécie *Guadua angustifolia* pode ser até três vezes menor que o valor obtido para a resistência à tração (Ghavami & Marinho, 2005).

A resistência mecânica longitudinal do bambu é a mais importante para finalidades práticas e é denominada resistência paralela às fibras (Minto Fabricio et al., 2017). Devido à orientação das fibras ser paralela ao eixo do colmo, o bambu resiste mais à tração, pela elevada resistência mecânica característica das fibras, do que à compressão, devido à baixa resistência mecânica da matriz de parênquima (Goh et al., 2020).

O baixo módulo de elasticidade característico da maioria das espécies de bambu evidencia sua elevada elasticidade. Esta propriedade é vantajosa no que diz respeito à aplicação do bambu em elementos estruturais, principalmente em áreas propensas à ocorrência de terremotos (Goh et al., 2020).

A influência do teor de umidade sobre a resistência à compressão do bambu foi investigada em corpos de prova espécie *Bambusa vulgaris*. Conforme pode ser observado na Figura 4, quando a umidade é muito baixa, a resistência à compressão aumenta satisfatoriamente. Após atingir-se cerca de 30 % de umidade, a resistência à compressão se estabiliza e deixa de ser influenciada por este parâmetro. Este valor é considerado o valor de saturação das fibras (Minto Fabricio et al., 2017).

Figura 4 - relação entre o teor de umidade e o limite de resistência à compressão paralelo às fibras do bambu da espécie *bambusa vulgaris*.



Fonte: MINTO ET AL., 2017

## TRATAMENTOS EMPREGADOS NO BAMBU

A durabilidade é um dos parâmetros de maior importância para o emprego do bambu na construção civil. Embora a durabilidade natural do material varie dependendo da espécie, a vida em serviço do bambu, sem tratamento, gira em torno de 1 a 3 anos quando em contato direto com o solo, de 4 a 5 anos quando em ambientes internos e pode ultrapassar 15 anos em condições muito favoráveis (Goh et al., 2020). Com o objetivo de

aprimorar a durabilidade do material e, assim, viabilizar sua utilização, diversos tratamentos podem ser realizados.

De modo geral, a vida em serviço do bambu pode ser aumentada significativamente através do emprego de etapas que eliminem o amido presente no mesmo, grande atrativo para fungos e insetos. Existem vários tipos de tratamentos para esta finalidade, os quais consistem, em sua maioria, na substituição do amido por substâncias químicas que dificultem a entrada de agentes biológicos deterioradores do bambu (Marçal, 2008). Em construções de pequena escala, processos tradicionais como a imersão em água e a fumigação podem ser empregados (Tatibana et al., 2016).

Além dos tratamentos destinados a proteger o bambu contra o ataque de fungos e insetos, há tratamentos que podem ser empregados com o objetivo de melhorar o desempenho destes materiais.

A presença de poros e vazios na microestrutura do colmo compromete suas propriedades mecânicas. O preenchimento dessas regiões com resinas poliméricas é capaz de aumentar a resistência à tração, à compressão e à flexão, além de elevar a estabilidade dimensional e a durabilidade. Cabe ressaltar que a impregnação do bambu com resina polimérica, além de melhorar as propriedades mecânicas, promove a imunização contra insetos (Minto Fabricio et al., 2017).

## O BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na construção civil, um dos critérios mais importantes na etapa de seleção de materiais é o custo. Nesse contexto, o bambu pode ser classificado como um material ecológico estrutural de baixo custo, principalmente graças à sua alta taxa de crescimento e curto ciclo de colheita quando comparado a outros materiais de crescimento natural. Agregado a isso, a elevada resistência à tração e elevada razão entre resistência mecânica e densidade, característicos do bambu, o tornam extremamente promissor para o setor. (Goh et al., 2020).

Embora o emprego do bambu em construções tenha ficado, por muitos anos, restrito a áreas rurais, observa-se sua expansão para construções modernas nos últimos anos. Um dos empregos mais comuns do bambu é como reforço e molde para o concreto. Além desta finalidade, o bambu pode ser empregado como pilares, vigas, esteiras, assoalhos, telhas, tubulações, lajes, portas, janelas, pisos, além de painéis decorativos e modulares pré-fabricados (Correal, 2020; Goh et al., 2020).

Além dos tipos de empregos supracitados, cabe destacar ainda o uso do bambu na forma laminada, denominado LBL (*laminated bamboo lumber*). O LBL é um novo material estrutural, feito à partir placas de bambu convencional prensadas a quente (Wu et al., 2020).

Como principais vantagens do uso do bambu na construção civil, podem ser destacadas suas características ecológicas como material renovável e de obtenção e processamento limpos, sua versatilidade, seu baixo custo de produção quando comparado a outros materiais de construção e suas propriedades mecânicas, em especial sua elevada razão entre resistência mecânica e densidade (Goh et al., 2020).

Como limitações para o emprego do bambu como material estrutural, destaca-se a necessidade de tratamentos que impeçam o ataque de insetos e fungos, sua baixa resistência a intemperes, sua elevada inflamabilidade e heterogeneidade macro e microestrutural ao longo do colmo (Tatibana et al., 2016).



## CONCLUSÃO

Em consequência dos problemas ambientais que ameaçam o planeta, o incentivo ao uso de materiais sustentáveis se torna cada vez maior. Nesse contexto, o bambu emerge como excelente alternativa para emprego na construção civil. Características como sua elevada taxa de crescimento, seu caráter renovável e biodegradável, sua baixa densidade associada a elevada resistência mecânica e sua grande versatilidade de aplicações são de grande interesse.

O intuito deste trabalho foi apresentar o grande potencial do bambu como material estrutural para emprego na construção civil, através de uma revisão bibliográfica a acerca de suas características macroestruturais, microestruturais, físicas e mecânicas. Os resultados aqui expostos demonstram que o bambu apresenta propriedades físicas e mecânicas compatíveis com esta aplicação, as quais podem ainda ser aprimoradas através do emprego de tratamentos superficiais.

O acúmulo de conhecimento acerca das propriedades do bambu por parte do meio científico e o desenvolvimento de novos testes e normas serão capazes de alavancar o uso do bambu como componente estrutural nos próximos anos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baganha, A., Junior, T., Leonardo, ;, Kenupp, K., De, R., & Campos, Q. (2009). **UTILIZAÇÃO DE BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL-UMA ALTERNATIVA AO USO DE MADEIRA**. In *Revista Ciências do Ambiente On-Line Julho* (Vol. 5, Issue 1). <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/view/177>
- Correal, F. F. (2020). **Bamboo design and construction**. In *Nonconventional and Vernacular Construction Materials* (pp. 521–559). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102704-2.00019-6>
- Ghavami, K., & Marinho, A. B. (2005). **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia***. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(1), 107–114. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662005000100016>
- Goh, Y., Yap, S. P., & Tong, T. Y. (2020). **Bamboo: The Emerging Renewable Material for Sustainable Construction**. In *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials* (pp. 365–376). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.10748-9>
- Marçal, V. H. S. (2008). **Uso Do Bambu Na Construção Civil**. In **UNIVERSIDADE DE BRÁSÍLIA FACULDADE DE TECNOLOGIA**. UNIVERSIDADE DE BRÁSÍLIA FACULDADE DE TECNOLOGIA.
- Medina, F., & Librelotto, L. I. (2019). **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA-UFSC/ CTC ÁREA DO CONHECIMENTO-CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS Área: ARQUITETURA E URBANISMO TECNOLOGIA DA ARQUITETURA**. Virtuhab. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/203981>
- Minto Fabricio, M., Camargo de Brito, A., Vittorino, F., Ghavami, K., Perazzo Barbosa, N., & Eustáquio Moreira, L. (2017). **Bambu como Material de Engenharia**. In **Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras: Conforto Ambiental, Durabilidade e Pós-Ocupação** (pp. 305–348). Editora Scienza. <https://doi.org/10.26626/978-85-5953-029-2.2017c0012.p.305-348>
- Sanches Trevisan, P., Gomes De Sousa, K., Ribeiro, F. C. V., & Garcia, H. B. (2019). **SUBSTITUIÇÃO DAS TRELIÇAS METÁLICAS POR TRELIÇAS DE BAMBU NAS VIGOTAS PARA LAJES TRELIÇADAS**. *Revista Científica UMC*, 4(3).

<http://seer.umc.br/index.php/revistaumc/article/view/761>

Tatibana, R. M., Reis, M. P. dos, & Bianchi, G. (2016). **BAMBU COMO MATÉRIA-PRIMA PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**. *Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes*, 4(10). <https://doi.org/10.17271/2317860441020161394>

Wu, J., Yuan, H., Wang, W., Wu, Q., Guan, X., Lin, J., & Li, J. (2020). **Development of laminated bamboo lumber with high bond strength for structural uses by O<sub>2</sub> plasma**. *Construction and Building Materials*, 121269. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121269>