



FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS
FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**RECONHECIMENTO DA INTERAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE
E ESTRUTURAS DE BAMBU COMO MATERIAL CONSTRUTIVO**

FERNANDÓPOLIS-SP

2022

CUSTÓDIO, Igor Rogério Alves de Lima
JOAQUIM, Guilherme Segura

**RECONHECIMENTO DA INTERAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E
ESTRUTURAS DE BAMBU COMO MATERIAL CONSTRUTIVO**

Trabalho de conclusão apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Fernandópolis - FIFE.

Orientador: Prof. Me. Cleiton João Mendes

FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS
FERNANDÓPOLIS – SP
2022

RECONHECIMENTO DA INTERAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E ESTRUTURAS DE BAMBU COMO MATERIAL CONSTRUTIVO

Igor Rogério Alves de Lima **CUSTÓDIO**¹

Guilherme Segura **JOAQUIM**¹

Cleiton João **Mendes**²

CUSTÓDIO, I, R, A, L; JOAQUIM, G, S; MENDES, C. J. Reconhecimento da Interação entre Sustentabilidade e Estruturas de bambu como Material Construtivo. Fernandópolis, 2022.

RESUMO: Estudos mostram que, de forma geral, o meio ambiente vem sendo degradado devido ao mau uso dos recursos naturais, o forte desmatamento, a poluição causada pelos descartes impróprios de resíduos, por conta de todo o descuido do homem, gerando assim, um grande impacto ambiental, prejudicando toda a qualidade de vida. Por isso, profissionais da área civil vêm buscando possibilidades de desenvolvimento em prol da minimização da degradação ambiental, por meio de estudos sustentáveis, objetivando melhoria de vida e recuperação do meio ambiente que se vive. Portanto, é importante compreender a relevância da sustentabilidade, aplicar na prática o uso de estruturas de bambu, apreender suas técnicas e regulamentos para os benefícios econômicos e sociais. Sendo assim, o principal objetivo deste artigo é sensibilizar para um mundo melhor inteiramente possível onde a preservação do ambiente assume a sua real importância, podendo a construção de obras com estruturas de bambu visando a sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentável. Bambu. Meio Ambiente.

ABSTRACT: Studies show that, in general, the environment has been degraded due to the misuse of natural resources, heavy deforestation, pollution caused by improper disposal of waste, due to all the carelessness of man, thus generating a great environmental impact, harming the whole quality of life. For this reason, professionals in the civilian area have been seeking development possibilities in favor of minimizing environmental degradation, through sustainable studies, aiming at improving life and recovering the environment in which they live. Therefore, it is important to understand the relevance of sustainability, to apply the use of bamboo structures in practice, to apprehend its techniques and regulations for economic and social benefits. Therefore, the main objective of this article is to raise awareness of a better world entirely possible where the preservation of the environment assumes its real importance, allowing the construction of works with bamboo structures aimed at sustainability.

KEYWORDS: Sustainable. Bamboo. Environment.

1- INTRODUÇÃO

O bambu pode ser utilizado como fonte de matéria-prima sustentável. É um recurso de grande abrangência no Brasil e para melhorar a durabilidade do bambu na construção civil, algumas técnicas podem ser empregadas:

- **A seleção dos colmos:** devem ser colhidos “maduros”, reconhecíveis por fatores externos (sujeira e presença de líquens), e cortados na época do ano em que o teor de amido seja o mais baixo.
- **Cura na touceira:** corta-se os colmos acima do primeiro nó, deixando-os apoiados em pedras ou em colmos vizinhos, que continuam a transpiração pelas folhas e a respiração pelo parênquima, o teor de umidade e o amido são reduzidos.
- **A imersão em água dos colmos:** prática de fácil execução e aumenta a resistência contra brocas e contra o fungo.
- **O tratamento por fumaça:** foi desenvolvido como um método para aumentar a estabilidade dimensional do bambu. A carbonização superficial forma uma camada protetora escurecida na superfície pela adesão de fuligem e de outros componentes químicos da pirólise.
- **O tratamento por calor:** taliscas (lascas) de bambu colocadas em um banho de óleo a 210 °C tiveram aumento de durabilidade contra a ação de fungos.

Assim, o presente trabalho, de natureza qualitativa desenvolvido através de pesquisa bibliográfica, tem como objetivo demonstrar a composição de novos métodos dentro da construção civil que minimizam o impacto ambiental, introduzindo a sustentabilidade para que sejam solucionadas as problemáticas que colaboram com a degradação e destruição do meio ambiente, desta forma, trazendo como tema alvo o uso de estruturas de bambu em construções civis.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Bambu e suas propriedades como material na construção civil

Como proposta à minimização do impacto ambiental dentro da construção civil, encontra-se as estruturas de bambu. O bambu e suas fibras já são usados principalmente nos países asiáticos, há mais ou menos 6 mil anos. Dentre eles estão o Japão, China, Filipinas. Na América do Sul, há registros do uso desta planta nas construções colombianas na pré-colonização (MARQUES, et al 2020).

Segundo Oliveira, *et al* (2021) o bambu é uma planta que se desenvolve tecnologicamente, sendo capaz de reduzir ou até mesmo substituir o uso de materiais convencionais. Além disso, é considerado como uma gramínea não sendo necessários os replantios para sua produção, suas raízes permitem que se regenerem sem que haja destruição, os tornando assim, auto renováveis. O bambu também é capaz de atuar na absorção de gás carbônico, sua produção gera grandes oportunidades de emprego para fazendeiros, produtores e trabalhadores da área civil, por ser um material ecológico, e também auxilia na diminuição de desperdício nas obras, e conseqüentemente contribui positivamente para a sustentabilidade.

Logo, a estrutura externa do bambu é formada pelos sistemas subterrâneos de rizomas, colmos, galhos e folhas. Os colmos são formados por uma série alternada de nós e entrenós. Com o crescimento do bambu, cada novo nó interno é envolvido por uma folha caulinar.

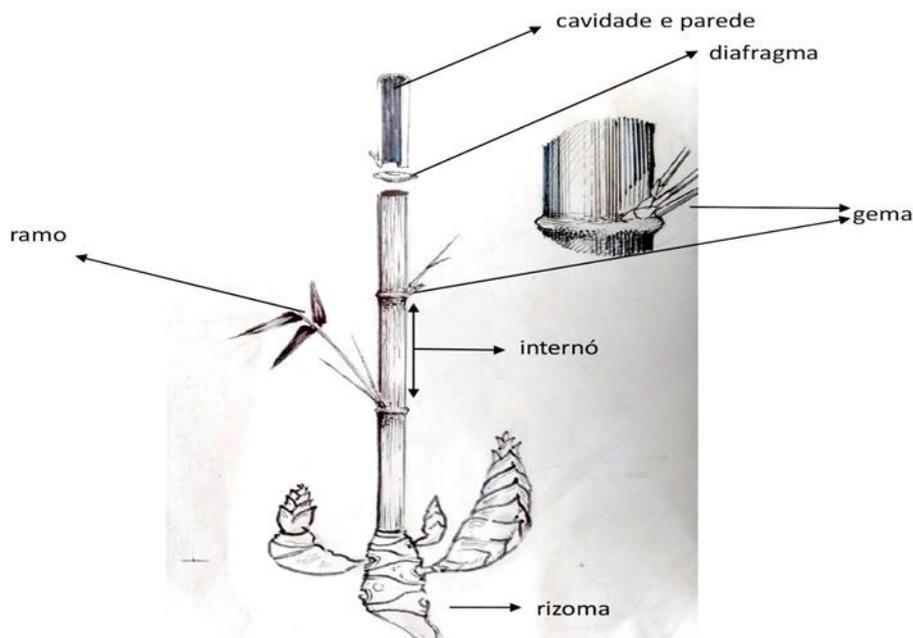


Figura 1 - Partes constituintes do bambu (Fonte: Oliveira, 1980).

Partes do bambu de baixo para cima:

- 1- Rizoma** caule subterrâneo onde se armazenam nutrientes para o desenvolvimento do bambu. Comporta-se de forma diferente em espécies entouceirantes e alastrantes.
- 2- Ramo** são os “galhos” do colmo. É a parte do bambu composta por gema, galho, folhas e flores. Utilizado para confecção de mudas de forma semelhante à estaquia em outros vegetais.
- 3- Internó** (ou entrenó) parte do colmo compreendida entre dois nós.
- 4- Gema** parte inicial do ramo, pequeno bulbo que conecta o galho ao colmo, cada gema dormente pode evoluir para um rizoma, para um colmo ou para um galho.
- 5- Diafragma** feixe tendinoso localizado no interior do colmo, é a parte resistente de maior rigidez dos colmos, separa transversalmente as cavidades internas.
- 6- Cavidade** parte vazia e interna do colmo.
- 7- Parede** relativo a espessura do colmo, sua parte sólida. É composta pelos vasos, parênquimas, fibras e “casca”.

Os colmos são formados por fibras, vasos e condutores de seiva, que estão distribuídos de forma não organizada na seção transversal, envolvidos por uma espécie de matriz denominada parênquima. Eles se diferenciam, segundo a espécie, em comprimento, espessura da parede, diâmetro, espaçamento dos nós e resistência (PADOVAN, 2010). E, de acordo com (LÓPEZ, 2003): “A estrutura anatômica do colmo é a base do entendimento das propriedades físicas e mecânicas do bambu e de seu comportamento estrutural”.

As propriedades físicas e mecânicas do bambu variam de acordo com a direção de referência, isto é, por ser um material 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 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 (MARQUES, 2020).

No que se diz respeito às propriedades físicas do bambu, segundo (PADOVAN, 2010), as que são de maior importância na engenharia são: massa específica, umidade natural, absorção de água, variações dimensionais e coeficiente de dilatação. E, além disso, o autor afirma que essas propriedades obtêm melhores condições de resistência quando utilizados colmos maduros e secos. (MISKALO, Eugênio Polistchuk., 2009) ao investigar a absorção da água por meio da utilização em placas tipo OSB (Oriented Strand Board), concluiu-se que o inchamento e espessura dos painéis apresentaram um aumento nos seus valores com o tempo de 2 para 24

horas. Porém, foram observadas reduções nos valores de absorção de água e inchamento em espessura com o aumento da concentração da resina, depende de quanto maior é o tempo para absorção da água maior é a resistência.

Assim, nota-se que 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, em geral, o bambu atinge a maturação em 3 anos. Um outro parâmetro importante é o teor de umidade presente no bambu, pois interfere significativamente na sua durabilidade. 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 influência. Teores entre 20 e 30% são considerados ideais (MARQUES, 2020).

De acordo com Janssen (2000), o bambu apresenta excelentes propriedades mecânicas que são influenciadas pelo teor de umidade do colmo. Essas propriedades dependem também da idade e da densidade do colmo, mas dependem principalmente do teor de fibras que é o principal elemento responsável por sua resistência. Já Padovan (2010), cita que as características mecânicas do bambu são influenciadas por diversos fatores: espécie, idade, tipo de solo, condições climáticas, época de colheita, teor de umidade das amostras e sua localização em relação ao comprimento do colmo, presença ou ausência de nós nas amostras testadas e tipo de teste aplicado. E, além disso, deve-se considerar também, sua secção circular e cônica com dimensões irregulares e a direção das forças que serão aplicadas, se paralelas ou perpendiculares às fibras.

Segundo, (BERALDO, Antonio L.; PEREIRA, Marco Antonio. 2003), normalmente os testes de compressão em colmos de seção circular utilizam as normas de estudo das argamassas e concretos: a medida da altura dos corpos de prova confeccionados tem o dobro da medida do diâmetro. Porém, quando são utilizados colmos de pequeno diâmetro, as dificuldades obrigam a realização de teste com amostras contendo mais de dois nós, quando o ideal é utilizar corpos de prova com um nó em cada extremidade. Nos testes de compressão, os nós têm influência maior quando as cargas são concentradas na direção perpendicular às fibras do colmo, ampliando a resistência em 45%, em relação às seções sem nós. Se uma carga de compressão é aplicada paralelamente à fibra, os valores da resistência das seções do colmo, incorporando os nós, são cerca de 8% superiores às seções sem os nós (PADOVAN,2010). O bambu é um material versátil para a construção podendo ser utilizado ao natural, em seu formato roliço, como também ripado, em forma de esteiras, e de maneira planejada. Todas as técnicas de

construção que utilizam bambu são leves e resistentes e necessitam apenas equipamentos de baixo custo e de fácil manipulação (UBIDIA, 2016).

Nesse contexto, com relação à resistência do bambu (GHAVAMI et al. 2005) afirma que a resistência à tração do bambu é bem mais alta que sua resistência à compressão. Nesse mesmo ponto de vista, outros autores pesquisaram esta característica mecânica de diferentes tipos de bambus, compreendidos entre 40 MPa e 215 MPa e concluíram que a resistência ao cisalhamento do bambu, paralelo às fibras, é de modo geral, 8% da sua resistência à compressão (JANSSEN, Jule, J.A, 2000).

Em outro estudo, foram ensaiadas mais de 200 amostras e apresentaram resistência à flexão de 93,5 MPa, resistência à tração de 98,6 MPa, compressão de 38,7 MPa e cisalhamento de 8,0 MPa. Os pilares e vigas recebem novos tipos de conexões, uso de argamassa, parafusos de fixação e esperas metálicas, o que permite melhor transferência de forças. Não é recomendável o uso de pregos e parafusos no material, pois pode rachar ou mesmo quebrar o bambu (PADOVAN, 2010).

Já Ghamavi (2005), avalia a resistência de outras formas, e afirma que a resistência ao cisalhamento aumenta com a redução da espessura da parede, ou seja, da base para o topo da peça de bambu e o módulo de elasticidade de corpos de prova de bambu sem nó apresenta valores superiores aos com nó.

Ghavami e Marinho (2005), observaram que a resistência à compressão dos nós é menor. Os autores relatam que em testes normais de compressão das fibras, a resistência é de 20 a 120 MPa e é 30% menor que a resistência à tração. Os mesmo autores abordaram a respeito da resistência das fibras ao cisalhamento longitudinal, atingindo valores de 8 a 32 MPa, chegando a conclusão de que o bambu é capaz de substituir até a madeira em elementos estruturais condicionados pela resistência.

López (2003), observa que no caule as propriedades do bambu são diferentes da base para o topo, na maioria dos casos na parte superior, com vasos condutores menores, e recobertos por uma camada crescente de fibras, mais resistentes à compressão e flexão; a parte do meio tem a maior resistência à tração porque tem os maiores entrenós; a parte inferior do caule geralmente é a que tem menos resistência. Já em relação aos entrenós, a maior resistência está na parte central, pois nesta área as fibras são mais compridas do que nas áreas dos nós mais próximas. Na parede da haste, a resistência à tração aumenta de dentro para fora, assim como seu peso específico.

(SOUZA, LEÃO E QUARESMA, 2020), realizaram um estudo para avaliar a resistência à compressão e à tração utilizando as espécies de bambu *Bambusa Nutans*, *Bambusa Beecheyana*, *Bambusa Vulgaris*, *Bambusa Oldhamiia*, *Bambusa Tulda*, *Guadua Angustifolia*, *Dendrocalamus Asper*, *Dendrocalamus Giganteus* e *Arundinaria Amabilis*. A realização do corte no bambu foi acima do primeiro nó, para impedir o depósito de água. Após o corte, os colmos foram preservados no bambuzal, por 21 dias, na posição vertical. Para os cálculos da resistência à compressão, foram moldados corpos de prova de alturas iguais ao seu diâmetro externo. Desse modo, dividindo a carga pela área da seção transversal calcularam a resistência, podendo concluir que a existência ou não do nó não atrapalha os valores da resistência dos corpos de prova. O valor máximo encontrado de 75,18 MPa espécie *Bambusa Tulda* e o valor mínimo de 38,35 MPa na espécie *Arundinaria Amabilis*. E a associação entre a massa específica e a resistência à compressão de todas as amostras, passam a do concreto e o aço, comprovando o rendimento superior do bambu.

Pereira e Beraldo (2007), comparam o bambu com o aço, concluindo que a resistência à tração do bambu é alta, e para algumas espécies pode atingir até 370 MPa. Isto faz do bambu uma matéria-prima eficaz e capaz de substituir o aço. O estudo realizado pelos autores comprovou uma razão R: 2,34 vezes maior que a obtida pelo bambu com relação ao aço CA50.

Nesse contexto, o limite de resistência à tração de algumas espécies de bambu pode 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).

Os pilares devem ser feitos da melhor parte da planta, ou seja, do centro para a parte inferior do caule, pois é onde proporcionam maior resistência estrutural. Além disso, segundo Teixeira (2006), o bambu usado em pilares tem a capacidade de absorver muita energia, tornando-o seguro em áreas com terremotos frequentes. O mesmo autor conclui que a planta deve ser protegida contra a umidade do solo e do piso, e, portanto, o pilar não deve ser colocado em contato direto com o solo, pois a vida útil do material tende a ser reduzida caso esta regra não for seguida. Assim, os pilares podem ser sustentados por bases de concreto ou outro material, mantendo o bambu afastado do contato direto com o solo.

TABELA

2.2. Sustentabilidade dentro da Construção Civil

A necessidade de desenvolvimento de recursos sustentáveis dentro da construção civil se dá pela situação atual do meio ambiente, a capacidade de crescer, leva à criação de métodos e técnicas eficazes e que não esgotem os recursos do planeta. E para melhor entendimento e importância da sustentabilidade, é relevante compreender seu conceito e toda sua expansão. O termo “sustentabilidade”, de acordo com o dicionário de língua portuguesa, denota a capacidade de criar meios para suprir as necessidades básicas do presente, sem que isso afete as gerações futuras, e normalmente se relaciona com ações econômicas, sociais, culturais e ambientais.

Nesse sentido, Cichinelli (2008), traz a caracterização de obra sustentável com o uso de materiais de modo correto, respeitando o processo de separação e reciclagem desses resíduos, para que sejam então evitados quaisquer possíveis desperdícios, permitindo considerável economia dos recursos naturais. Segundo Padovan (2010), a utilização do bambu como material de construção, substituindo integral ou parcialmente os materiais convencionais, como a madeira, pode contribuir para a diminuição dos desmatamentos de florestas nativas.

A definição de construção sustentável, segundo o Conselho Internacional para Pesquisa e Inovação em Construção (CIB/UNEP-IETC 2002), é um processo que estabelece e mantém proporcionalidade natural juntamente com o ambiente construído de modo a estimular a igualdade econômica.

Um projeto considerado sustentável deve começar analisando os materiais de construção escolhidos. A sustentabilidade de um empreendimento que também às táticas de ventilação natural, equipamentos que economizam água e aparelhos energeticamente eficazes, entre outros métodos que estudados e bem colocados em prática, contribuem e muito para a diminuição do impacto ambiental.

Dessa maneira, a relevância do uso da sustentabilidade dentro da construção civil deve ser levada a sério, é de extrema importância conscientizar para que sejam aderidos os variados projetos sustentáveis que essa área nos apresenta. É totalmente possível que as necessidades presentes sejam supridas sem que as necessidades futuras sejam comprometidas, assim, consegue-se idealizar uma boa proposta contra o impacto ambiental.

2.3. Produção de bambu no Brasil com fins construtivos

Segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2018), o bambu não recebe devida atenção dada sua importância e diversas aplicações. Países como a China, Índia, Tailândia, Colômbia, Equador já exploram seu potencial econômico com sucesso, por meio da produção de combustíveis, cosméticos e materiais celulósicos, além de utilizá-lo na construção civil.

A gramínea em questão é de fácil processamento, seja ele manual ou industrial. Quando destinado a propósitos industriais, o bambu necessita ter espessura e diâmetro cabíveis de acordo com seu propósito (PATURY; ALMEIDA; ZANONI, 2018).

Dentre a grande variedade de espécies de bambu, as mais comumente utilizadas são: *Dendrocalamus giganteus*, *Bambusa vulgaris*, *Guadua angustifolia*, *Gigantochloa apus*, *Ghyllostachys pubescens* e *Dendrocalamus latiflorus* (Moizés, 2007).

Almeida (2017), afirma que a espécie *Dendrocalamus asper* é a espécie mais empregada na tecnização de componentes para as edificações. Segundo Pereira (2016), a espécie em questão performa melhor que a *Bambusa*, *Dendrocalamus* e *Guadua*. Pode alcançar o comprimento de 20 a 30 metros, diâmetro de 8 a 20 centímetros espessura de 11 a 20 milímetros e distância entre nós de 20 a 45 centímetros (PEREIRA; BERALDO, 2016).

O bambu como um material flexível pode ser manuseado em seu formato natural, sendo roliço, ou até mesmo ripado. Todos os projetos que adquirem técnicas com o bambu são privilegiados pela leveza e resistência, sendo necessário para trabalhar com esse material apenas equipamentos de custos baixos e de acessível manuseio. Para uma eficaz construção utilizando-se do bambu, deve ser empregados métodos para a contagem de idade deste material, sendo o mais garantido marcá-lo no primeiro ano de nascimento. E o colmo de bambu mais apropriado para utilização dos de formatos roliços, são os de três anos ou mais de idade.

Já as ripas de bambu, são produzidas com divisão extensa de um colmo de bambu sendo possíveis variadas formas a serem aplicadas dentro da construção civil, assim como fabricação de esteiras para forro. Também tem-se os conhecidos bambus planificados, mais comum manuseado na aplicação para fechamento de paredes e coberturas, sendo necessário dispor de

bambu recém-colhido. Assim sendo, há variedades em estruturas de bambu, cada qual com suas mais variadas formas de aplicação dentro da construção, além de perceptível o fácil acesso e manipulação, pensando também, a importância da contribuição ao meio ambiente, sendo este material benéfico para ambas as partes interessadas, ou seja, na construção civil e ao meio ambiente.

2.4. Técnicas de manejo do bambu na Construção Civil

De acordo com LIESE (2014), o teor de amido presente nas plantas deve ser analisado para que tenham maior resistência a bi-deterioração. O autor relata que os colmos devem ser colhidos quando maduros, pode-se observar o estado de amadurecimento da gramínea pela presença de líquens em sua superfície, e que sejam colhidos durante a época do ano que possuam baixos teores de amido.

A cura na touceira é efetuada cortando-se os colmos na base e deixando-os apoiados em pedras ou em colmos vizinhos (Figura 2 LIESE, Walter, 2014). Como continuam a transpiração pelas folhas e a respiração pelo parênquima, o teor de umidade e o amido são reduzidos, diminuindo, então, a chance de o colmo sofrer o ataque do caruncho.

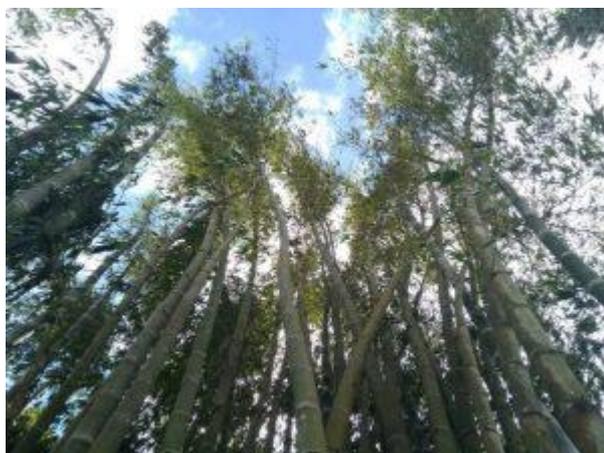


Figura 2 – Foto de touceira de bambu

A imersão em água dos colmos, prática largamente difundida, de fácil execução e aumenta a resistência contra brocas e contra o fungo manchador azul. Para períodos curtos, os colmos são conservados frescos, facilitando a posterior rachadura ou para aplicar o método da substituição de seiva; para períodos maiores, o amido é degradado e aumenta a permeabilidade devido à desintegração das perfurações das membranas pela ação de bactérias.

O tratamento por fumaça que foi desenvolvido no Japão como um método para aumentar a estabilidade dimensional do bambu e/ou a carbonização superficial forma uma camada protetora escurecida na superfície pela adesão de fuligem e de outros componentes químicos da pirólise (Nomura, 2002).

Relevante à informação, no ano de 2017 foi publicado o livro *Bambus no Brasil*, da *Biologia à Tecnologia*, pela Embrapa com a participação do Instituto Ciência Hoje, trazendo pesquisas e estudos que apontam grandes desenvolvimentos para o uso do material na área civil. E segundo Gonçalves (2018), o objetivo deste livro é trazer de forma clara e abrangente referências científicas e estratégicas para a evolução significativa desta produção e também tornar notório o esforço de instituições que trabalham para que sejam reconhecidos a geração tecnológica que se ampliam como uso do bambu. Dessa maneira, diagnosticou-se a aplicabilidade deste tipo de material, utilizando-se do estudo de projetos onde o bambu é operado como instrumento renovável como forma de contribuição com a minimização do impacto ambiental.

2.5. Bambu como material ornamental na Construção Civil

A vantagem do bambu é ser sustentável, já que é uma alternativa ao uso da madeira tanto na confecção de móveis como na construção civil. É uma planta que pode ser usada tanto como ornamento (em jardins, são comuns as espécies bambuzinho de jardim e mossô) como também, tem seus galhos secos usados com suporte para plantas e fabricação de móveis. No entanto, pode ser usada também na fabricação de outros objetos para criar uma decoração leve e descontraída. É o caso, por exemplo, de biombos, moldura para espelhos, proteção para escadas e até em painéis na parede ou no teto. “Por ter alta durabilidade e se adaptar a diversos ambientes, é um material coringa que pode ser usado de diversas formas na decoração interna, Outra vantagem do bambu é ser sustentável, já que é uma alternativa ao uso da madeira tanto na confecção de móveis como na construção civil. Explica o arquiteto (PILONI, Lisandro 2015), da Piloni Arquitetura.

Estudos sobre a correta aplicação do bambu nas construções civis intensificou os ramos da engenharia e arquitetura. As figuras 3, 4, 5 e 6 (NUNES, Cristiane, 2018) demonstra variadas ideias de colocar em prática a utilização desse material, que além de ser algo inovador e modernizado, se harmoniza bem com a sustentabilidade.



As figuras 3, 4, 5 e 6– Revestimentos de Bambu.
Fonte – SustentArqui 2018

Os pisos de bambu possuem encaixe do tipo macho e fêmea nos quatro lados para facilitar sua colocação. Dependendo do tamanho dos cômodos, em um dia seu piso de bambu estará completamente instalado, sem pó ou sujeiras. O piso de bambu apresenta design natural e único, formado pelo aspecto das ripas prensadas.



Figuras 7,8, 9 e 10 – Pisos de Bambu.
 Fonte – SustentArqui 2018

Os forros de bambu, além do bom nível de isolamento acústico, também possuem como finalidade encobrir telhas e rebaçar incidência de raios solares.



Figuras 11,12e 13 – Forro de Bambu. Fonte – SustentArqui2018

Brise, foi desenvolvido para impedir a incidência direta de radiação solar, de tal maneira que evite manifestação excessiva de calor nos ambientes. Inicialmente usado em fachadas para

proteger a área interna, os brises foram ganhando espaço dentro dos ambientes e compondo a decoração, atrelando assim funcionalidade e beleza.



Figuras – 14, 15 e 16 – Brise de Bambu.
Fonte – SustentArqui 2018

2.6. Viabilidades econômica, social e ambiental

A ideia de minimização do impacto ambiental através dos estudos da sustentabilidade e a aplicação de estruturas de bambu como material construtivo grande colaborador deste feito. Para um projeto bem realizado ser considerado sustentável, este empreendimento precisa ser economicamente factível, socialmente digno e ambientalmente ponderado.

O planejamento é o seguinte: reduzir o emprego de cimento, areia, aço e optar pelo bambu, um material natural com mínima energia incorporada, que não necessita de grandes deslocamentos para sua destinação final, que possui um fácil acesso, além disso, absorve grande quantidade de gás carbônico.

Há grandes áreas de bambuzais espalhados pelos territórios nacionais e uma boa forma de cortar gastos seria realizar a colheita, o tratamento e estocagem deste material no próprio local de construção da obra, pois desta forma, reduziria o desprendimento ambiental e econômico com relação à matéria-prima.

Socialmente, pode-se pensar diretamente nas faltas de habitação que tem ultrapassado em 2022, passando a ser importante a construção de novas habitações para àqueles que não possuem recursos para tanto. Para suprir essa necessidade de quem precisa, sendo uma forma de ajuda social, como também tem a missão de construir capacitados por meio de cursos os possibilitando de construir suas próprias moradias, o que também os qualifica em suas manutenções e futuras ampliações.

Tem-se uma visão do uso do bambu como um material construtivo e social, por seu fácil acesso e ainda, todo aprendizado com o manuseio desta matéria prima, adquire-se também uma nova fonte de ideias que podem gerar uma renda.

Ambientalmente, reduz a necessidade do uso de materiais convencionalmente empregados na construção civil, utilizando-se para tanto, matéria prima local e de fácil acesso. E ainda, contribui para o meio ambiente o uso do bambu, por sua baixíssima energia incorporada, minimizando consideravelmente o uso de tijolos de alvenaria, aço e concretos que são materiais prejudiciais capazes de emitirem grande quantidade de gás carbônico na atmosfera.

Isto posto, muito são os benefícios pela utilização das estruturas de bambu como materiais construtivos, a fim de reduzir os materiais convencionais que só prejudicam o meio ambiente. Interessante o estudo que comprova os restauros tanto na forma econômica, quanto nas vidas sociais e nas vidas ambientais, onde todos saem ganhando com este projeto sustentável. Assim, os resíduos do bambu se reincorpora na natureza.

Segundo, DAMATA, Pimentel em al 2018, há um fator bem interessante sobre o bambu que é uma planta que cresce e se desenvolve em climas tropicais e subtropicais, e tem a versatilidade de se adaptar a altitudes do nível do mar e até em 4000m. E também, o bambu é um material considerado sustentável, devido à baixa emissão de carbono e apresenta um consumo de energia bem menor para cultivo e tratamento em comparação a madeira.

Outro fator relevante, é que o bambu é um material leve e flexível com características de resistências muito boas, de acordo com pesquisas, o bambu pode ter resistências equivalentes a 1/5 do aço CA-50, o principal aço utilizado na construção civil do Brasil.

A durabilidade também faz parte do leque de qualidades do bambu, com os devidos cuidados é possível garantir a vida útil do material por cerca de 25 anos em uma edificação.

Enfim, o assunto deste projeto, aborda-se ainda mais benefícios que o reconhecimento e utilização deste material, deixando de lado o uso dos convencionais, traz, economicamente, socialmente e ambientalmente. Conforme mostra a Figura – 17-CARDOSO, 2008)

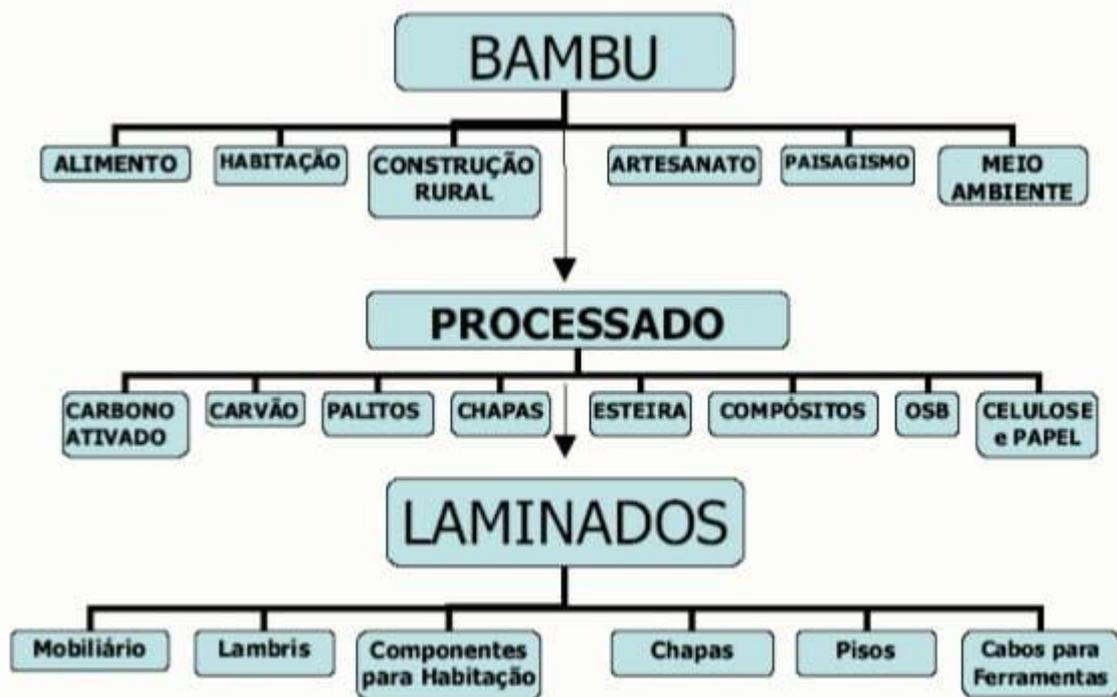


Figura 15: Organograma das possibilidades do bambu (Fonte: Pereira, 2007, apud Cardoso, 2008)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com exposto anteriormente, tem-se comprovações dos benefícios do uso do bambu como material de construção, benefícios esses que se estendem a preservação do meio ambiente. Portanto, se faz necessário a elaboração de normas a serem regidas. Para isso, profissionais interessados se empenharam em estudos efetivos sobre a caracterização desse material e suas propriedades. E também, internacionalmente há normas construtivas promovendo o uso do bambu de forma eficaz o considerando como produto de estrutura renovável.

No Brasil, normas técnicas para o efetivo uso do bambu ainda estão em andamento. Para tal, a Universidade Presbiteriana Mackenzie juntamente com representantes de outras universidades, institutos de pesquisas, produtores e também setores relacionados ao trabalho com o bambu, realizam reuniões para a deliberação do assunto (BERALDO 2003).

Tendo em vista, que todo o quadro de degradação do meio ambiente em que vivemos devido ao grande impacto ambiental, profissionais da construção civil com intuito de contribuir

com a construção de casas populares e melhoria de vida, investem em pesquisas que de fato podem ser consideradas sustentáveis através de materiais como estruturas de bambu buscando seu reconhecimento como material construtivo para que os convencionais sejam reduzidos.

Assim, uma das finalidades deste trabalho é trazer a importância de se promover estudos aprofundados sobre o bambu, como um meio sustentável de geração de novas construções civis.

De início, abordou-se o conceito de sustentabilidade e como este se enquadra dentro da construção civil. Importante se faz o entendimento de ser sustentável e de como a mudança para a realização deste feito, pode salvar o meio ambiente em que vive. Além disso, reconhecer que é totalmente possível interligar a sustentabilidade com área da construção civil.

Lidou-se também, com os regulamentos de países asiáticos e americanos, para construções com o bambu, por este ser um material vulnerável, requer cuidados quanto ao seu preparo, execução e manutenção. E como citado anteriormente, não há normas específicas sobre o assunto no Brasil. Necessita-se, portanto, haver interesse social e governamental para que sejam criadas e colocadas em prática.

Ainda, para melhor conhecimento deste material, tratou-se das técnicas para utilização do bambu, que por ser um elemento flexível e de fácil acesso, somente necessita de equipamentos de custos baixos e acessível manuseio

4. CONCLUSÃO

Para que se promova o bambu como material sustentável, torna-se importante o interesse social e também governamental em desenvolver normas estruturais. Deve-se ainda, estimular o seu plantio para que a produção seja desenvolvida, tornando crescente e criando o bambu como material estrutural.

Por consequência, pesquisas aprofundadas sobre as estruturas de bambu são importantes para evidenciar que é totalmente possível tomar partido com a sustentabilidade e justamente através desses estudos, repassar a sociedade e também ao Governo para que posições sejam tomadas e normas regulamentadoras enfim sejam decretadas reconhecendo então o bambu como material construtivo e sustentável.

Além de todas estas qualidades, o bambu é um material muito versátil, podemos observar que o mesmo pode ser utilizado como elementos decorativos, estruturais, esquadrias, partes de coberturas, vedação de estruturas, forros, utensílios e até mesmo podem substituir o uso de aço e madeira em andaimes, assim como algumas empresas chinesas tem utilizado.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. G. **Bambu como insumo industrial no Brasil :reflexão sobre o papel da pesquisa na produção do bambu laminado colado (BaLC)**. In: DRUMOND, P.; WIEDMAN, G. (org.). **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Instituto CiênciaHoje, 2017. p. 439–455. E-book.

BERALDO, A. L.; RIVERO, L. A. **Bambu Laminado Colado (BLC 2003)**. Revista Floresta e Ambiente, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 36–46, 2003.

CARDOSO, 2008)- Figura 15: **Organograma das possibilidades do bambu** (Fonte: Pereira, 2007).

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2018), **Organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)**.

CICHINELLI, G.2008, **Sustentabilidade: Você Já Ouviu Isso**. Revista Equipe de Obra. São Paulo, ano 4, n. 16, p.24-25, mar./abr. 2008. Desempenho de Painéis Revestidos com Argamassa. 2006. 179 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/5185>> Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras: Conforto Ambiental, Durabilidade e Pós- Ocupação (pp. 305–348). Editora Scienza.

DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. **Bambus no Brasil**. Embrapa, 2017.

GHAVAMI, Khosrow. Propriedades de engenharia de todo o colmo de bambu da espécie Guadua: contribuição para um desenvolvimento sustentável, Bamboo Lab, Espanha, ISBN 84-934672-0-0, p. 32-52, 2005.

GHAVAMI, Khosrow; MARINHO, Albanise B. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie Guadua angustifolia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Rio de Janeiro, V.9, n.1, p. 107-114, 2005. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662005000100016&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 out 2022.

Goh, Y., Yap, S.P., & Tong, T.Y. (2020). **Bambu: o material renovável emergente para a Construção Sustentável**. Na Enciclopédia de Renováveis e Sustentáveis Materiais (pp. 365–376). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.10748-9>

GONÇALVES, Diva. Livro Reúne conhecimentos científicos sobre bambu, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/acre/busca-de-noticias/-/noticia/34301883/livroreune-conhecimentos-cientificos-sobre-bambu>> Acesso em 2019. <https://doi.org/10.21741/9781945291838-33> Ideias sustentáveis para usar o bambu. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/ideias-sustentaveis-para-usar-o-bambu/>> Acesso em 2019.

JANSSEN, JULES J. A. **Projetando e construindo com bambu. Internacional** Rede para bambu e vime (INBAR). Relatório técnico n. 20, 2000. Pequim, China.

LIESE, Walter; TANG, Thi Kim Hong. **Propriedades do Colmo de Bambu**. Em: LIESE, Walter; KOHL, Michael. **Bambu: A planta e seus usos**. Suíça: Springer International Publishing Suíça, cap. 8. pág. 227-256, 2014.

LÓPEZ, O. H. *Bamboo, the gifts of the gods*. Colombia, Bogota: D'vinni Ltda, 2003.

MARQUES, Sara Corrêa; et al. Emprego do bambu na construção civil. *Revista Portos: Por um Mundo mais Sustentável, [S. l.]*, v. 1, n. 12, p. 72-81, 2020. DOI: 10.47879/ed.ep.2020144p72. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/51>. Acesso em: 20 out. 2022.

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

MISKALO, Eugenio P. **Avaliação do potencial de utilização de bambu (*Dendrocalamus giganteus*) na produção de painéis de partículas orientadas**. 2009. 130 f. Dissertação

(Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais) - Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009

MOIZÉS, F. A. **Painéis de bambu, uso e aplicações: uma experiência didática nos cursos de design em Bauru**, São Paulo. 116 f. 2007. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-graduação em Desenho Industrial, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2007.

NOMURA, T. 2002. **Efeitos da secagem por fumaça como pré-tratamento para bambu**. In: *Bambu para o Desenvolvimento Sustentável*. Ed. A. Kumar, K. Sudan, I.V.R. Rao, Ch. Sastry. VSP e INBAR, 465-480.

NUNES, Cristiane. Figuras - **3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16** - Fonte – SustentArqui 2018. Disponível <<https://sustentarqui.com.br/ideias-sustentaveis-para-usar-o-bambu/>>.

OLIVEIRA, Johnathan Araújo, et al. **Bambu: Uso de bambu em concreto como reforço em substituição ao aço**, 2021. Engenharia Civil: Inovação e tecnologia no contexto da era contemporânea, v. 1, c. 9, p 105-113, 2021.

PADOVAN, Roberval Bráz. **O Bambu na Arquitetura: Design de conexões estruturais**. 2010. 184 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru – SP, 2010.

PATURY, M. D. A.; ALMEIDA, J. G. De; ZANONI, V. A. G. **A Ponto de Ônibus: Construção Industrializada em Bambu Laminado Colado e Madeira** (Material Flex). In: , 2018, Mérida. Materiais e tecnologias não convencionais. Mérida: [s. n.], 2018. p. 359–365.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. 2. ed. Bauru, SP: Canal 6 Editora, 2016.

SOUZA, Andrezza Martinelli. **Os Diversos usos do Bambu na Construção Civil**. 2014.100 f.

SOUZA, Fellipe Morais de; LEÃO, Lucas Ozório; QUARESMA, Wanessa Mesquita Godoi; **Estado da Arte do Bambu na Construção Civil**, Brazilian Journal of Development , Curitiba, v. 6, n.4,p.19637- 19653 apr. 2017. ISSN 2525-8761

TEIXEIRA, Anelizabeth Alves. **Painéis de Bambu para Habitações Econômicas**: Avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

UBIDIA, Jorge Morán. **Construir com Bambú** (Caña de Guayaquil): Manual de construcción, 2016. Disponível em: <[http://www3.vivienda .gob .pe/dnc/ archivos/ Estudios _Normalizacion/Manual - ConstruccionBambu.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manual - ConstruccionBambu.pdf)> Acesso em 2019.