

A UTILIZAÇÃO DO BAMBU COMO ELEMENTO ESTRUTURAL SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Livia Simões Maia Costa¹, Dr. Marília Pereira De Oliveira²

Resumo: A construção civil é uma das indústrias que mais cresce, mais consome recursos e mais gera resíduos no mundo todo. Nesse contexto a busca por alternativas de materiais de construção sustentáveis é crucial para amenizar os impactos ambientais causados pelo desenvolvimento desse setor. O artigo é uma revisão de literatura feita através da localização, análise e interpretação de trabalhos relacionados, que apresenta como objetivo destacar as possibilidades da utilização do bambu como elemento estrutural na construção civil, assim como suas vantagens econômicas e sustentáveis, os tratamentos necessários para sua utilização e os desafios associados a sua aplicação. Sendo uma planta que apresenta alta resistência, o bambu possui potencial para ser uma alternativa a materiais como o concreto armado, as madeiras e o aço, que apesar de serem mais caros e mais poluentes, são tradicionalmente utilizados no Brasil.

Palavras-chave: bambu ; sustentabilidade; durabilidade, resistência;

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população e a expansão crescente do capitalismo, a utilização de recursos naturais tem aumentado exponencialmente, assim como a poluição e degradação ambiental. Nesse contexto, no qual há a possibilidade da escassez de recursos para um futuro próximo, a busca por alternativas sustentáveis e ambientalmente corretas tomam cada vez mais destaque na sociedade.

A construção civil é uma grande consumidora de recursos e geradora de resíduos, dois quesitos que tornam necessários a busca por novas tecnologias para os materiais, para os equipamentos utilizados e para as técnicas construtivas. É um setor econômico que precisa estar em constante renovação e atualização para atender a necessidade de preservação ambiental. Diante dessa necessidade, o bambu se destaca como um material versátil com diversas possibilidades de aplicação para a engenharia e para a arquitetura.

O bambu já é amplamente utilizado em vários tipos de construções em alguns países asiáticos, como a China, Índia, Japão e Indonésia. No Brasil, ele ainda tende a ser associado pelo senso comum a construções simples e de baixa qualidade, tendo como consequência um baixo nível de utilização desse material para fins construtivos. No entanto, quando se sai da zona do senso comum e se adentra na área técnica e profissional, é perceptível a qualidade, as possibilidades de aplicação e as vantagens associadas ao seu uso.

Dentre as possibilidades, esta a utilização do bambu como elemento estrutural. Algumas de suas características como durabilidade e resistência, além de seu crescimento rápido e renovabilidade, o colocam em vantagem econômica e ambiental em relação aos materiais tradicionalmente utilizados, como o aço, o concreto, e alguns tipos de madeiras. Apesar da existência de alguns desafios associados ao seu uso, como a necessidade de tratamentos mais modernos e de mão de obra especializada, ele possui os elementos necessários para se destacar no mercado como um material de qualidade. Com base nisso, esse artigo pretende mostrar o potencial construtivo do bambu, e evidenciar as vantagens ambientais associadas à sua utilização.

2. MORFOLOGIA DO BAMBU

O bambu faz parte da família das gramíneas, plantas conhecidas por ter um caule oco e raízes ramificadas. Possui crescimento rápido e é formado por uma parte aérea e outra subterrânea. A parte aérea do bambu é composta pelos colmos, nós, ramos e folhas, enquanto a parte subterrânea é composta basicamente pela raiz e pelo rizoma, como é mostrado na figura 1. O bambu possui crescimento rápido e pode se dar de duas formas: pela sementeira ou pelo rizoma [1].

O rizoma é uma das partes subterrâneas do bambu. Ele possibilita a existência da planta, atuando como um local de armazenamento de nutrientes que permitem que elas sobrevivam nas mudanças de estações. Em algumas gramíneas, como no bambu, esse caule também permite a propagação da planta através da reprodução assexuada. A raiz é formada pelo rizoma e posteriormente da origem ao colmo. Após se reproduzir em um local, o rizoma se distancia para dar origem a uma nova planta [1].

O colmo dos bambus, exemplificado na figura 2, é a parte que mais sofre variação entre uma espécie e outra, podendo variar na cor, na altura, na largura, na espessura de suas paredes, distância entre nós, entre outras características. Os galhos do bambu se formam a partir das gemas que se encontram no nós dos colmos e as

folhas se formam a partir das lâminas das folhas caulinares [1].

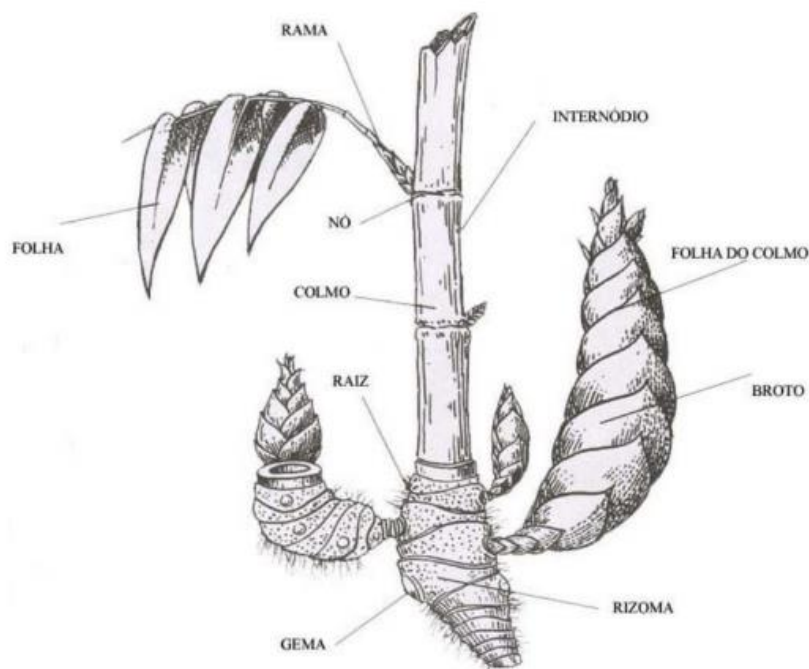


Figura 1. Partes do Bambu. (Conhecendo bambus e suas potencialidades – Oliveira, 2013)

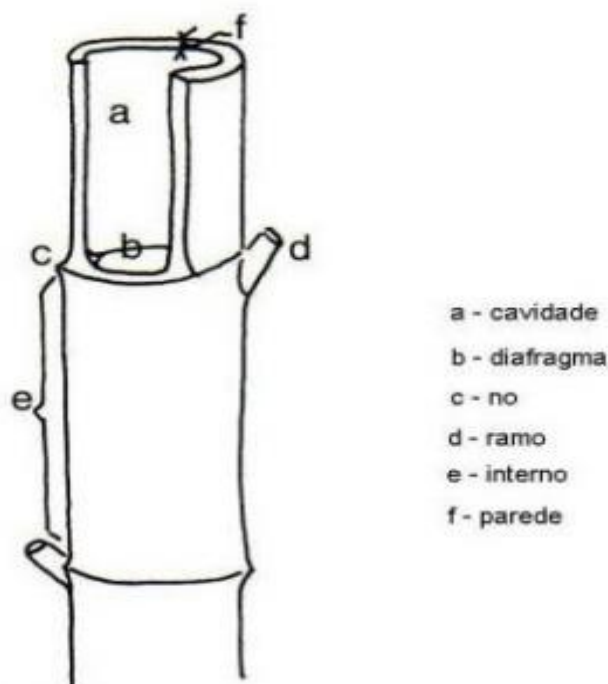


Figura 2. Seção de um colmo de bambu e suas denominações. (Menezes, A. et al - 2023)

Atualmente o Brasil é o país com maior diversidade de espécies da América Latina, e a segunda maior do mundo, ficando atrás da China e possuindo cerca de 258 espécies [3,4]. Essa diversidade se deve ao potencial que o país tem para o cultivo do bambu, que apesar de não possuir muitas espécies nativas, possui um ambiente que fornece boa adaptação para as espécies trazidas [5]. A região amazônica possui uma grande reserva de bambu, assim como no Centro-Oeste. Já as regiões Sul, Suldeste e Nordeste apresentam uma área menor de cultivo, mas com uma grande diversidade [4].

Dentre as espécies que são cultivadas no Brasil, as mais indicadas para uso estrutural são os dos gêneros *Guadua*, *Dendrocalamus* e *Phyllostachys pubescens*. Esses gêneros apresentam as melhores propriedades físicas e mecânicas para construções devido às suas características, sendo os do gênero *Guadua* os mais indicados para a

3. RESISTÊNCIA MECÂNICA DO BAMBU

Na engenharia civil, a função das estruturas é de dar sustentação para as construções. Ela deve resistir aos esforços de tração, compressão, cisalhamento e as eventuais cargas que possam ser aplicadas sobre elas. Os métodos construtivos tradicionais para as estruturas são a alvenaria estrutural, concreto armado, wood frame e steel frame. Devido as suas características, as estruturas de bambu apresentam propriedades mecânicas que se equiparam as tipicamente utilizadas, podendo em alguns casos apresentar resultados melhores que elas, tendo como principal vantagem seu baixo peso específico, que irá impactar principalmente na redução de cargas da estrutura. A resistência mecânica do bambu pode ser influenciada por várias características da planta, estando diretamente relacionada com suas propriedades físicas. A resistência dessa gramínea é influenciada pela espécie, pela idade, pela umidade da amostra, pelo tipo de solo no qual ela se desenvolveu, pelo clima do local e pela presença de nós. [6].

3.1. Resistência à tração

A resistência a tração é a capacidade que um material tem de resistir aos esforços de tração. No bambu, essa resistência pode variar de uma espécie para outra, sendo que para algumas espécies pode atingir até 244MPa. Essa resistência caracteriza o bambu como um potencial substituto para o aço [7,8]. Essa resistência também varia ao longo do colmo do bambu, dependendo de suas fibras para atingir bons valores de resistência. Em estudos feitos por Ghavami e Marinho (2005), sobre as propriedades mecânicas da espécie *Guadua angustifolia* percebeu-se que os corpos de prova sem nó possuem maior resistência à tração do que os corpos de provas com nó [9], como é possível ver na tabela 1. Essa mesma característica também pode ser observada nos resultados presentes na tabela 2 do ensaio realizado por Carbonari (2017) utilizando várias espécies de bambu, com e sem nós. No total, foram testados 16 corpos de prova para cada tipo de bambu para avaliar a resistência ao longo do colmo e a resistência das fibras internas e externas [8].

Tabela 1 - Dados de resistência à tração, módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson no bambu *Guadua angustifolia* (Ghavami e Marinho, 2005)

Parte do bambu	Resistência à tração (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)	Coefficiente poisson
Base sem nó	93,38	16,25	0,19
Base com nó	69,88	15,70	-
Centro sem nó	95,80	1,10	0,25
Centro com nó	82,62	11,10	-
Topo sem nó	115,84	18,36	0,33
Topo com nó	64,26	8,00	-
Valor médio	89,96	14,59	0,26
Variação	64,26 - 115,84	8,0 - 18,36	0,19 - 0,33

Tabela 2 - Valores médios de resistência à tração das espécies ensaiadas. (Carbonari. et al, 2017)

Espécie do bambu	Resistência a tração (MPa)			
	Fibra interna		Fibra externa	
	Com nó	Sem nó	Com nó	Sem nó
Dendrocalamus Giganteus	52 ± 16,1%	133 ± 5,7%	186 ± 12,6%	203 ± 4,4%
Bambusa Oldhami	79 ± 14,5%	133 ± 7,1%	134 ± 17,7%	229 ± 7,5%
Bambusa Tulda	82 ± 16,8%	172 ± 6,6%	168 ± 21,8%	211 ± 6,6%
Bambusa Nutans	69 ± 17,8%	150 ± 5,5%	135 ± 18,2%	244 ± 5,8%

A tabela 3 mostra um comparativo entre o bambu, aço, e ferro fundido e fibras de PVC através de sua eficiência pela relação resistência à tração/massa específica, na qual através dos resultados é possível observar a maior eficiência deste material em relação aos demais [11].

Tabela 3 - Relação entre a resistência à tração e a massa específica dos materiais. (Mota. et al, 2017)

Material	Resistência à tração (MPa)	Massa Específica (g/cm ³)	Razão
Aço	500	7,86	63,61
Ferro fundido	280	7,70	36,36
Fibras de PVC	70	1,45	48,28
Bambu brasileiro	126	0,74	170,27

3.2. Resistência à compressão

A resistência à compressão é a capacidade que um material tem de resistir aos esforços de compressão. Assim como aos esforços de tração, a resistência aos esforços de compressão variam nas espécies de bambu. Quanto à resistência ao longo do colmo, existe uma diferença notória entre a parte interna e a externa, sendo a camada externa a mais resistente [12]. Diferente do ensaio de resistência à tração, apesar dos valores obtidos serem diferentes, a presença de nó no corpo de prova não causa uma variação significativa na resistência à compressão [9], como é possível observar na tabela 4, que apresenta os resultados do ensaio realizado por Ghavami e Marinho. Isso também pode ser confirmado na tabela 5 com os resultados obtidos no ensaio realizado por Carbonari (2017), que se mostra a média da resistência a compressão obtida com 9 corpos de prova ensaiados para cada tipo de bambu, com ou sem nó [8].

Tabela 4 - Dados de resistência à compressão, módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson no bambu *Guaduaangustifolia*. (Ghavami e Marinho, 2005)

Parte do bambu	Resistência à compressão (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)	Coefficiente poisson
Base sem nó	28,36	14,65	0,27
Base com nó	25,27	9,00	0,56
Centro sem nó	31,77	12,25	0,36
Centro com nó	28,36	12,15	0,18
Topo sem nó	25,27	11,65	0,36
Topo com nó	31,77	15,80	0,33
Valor médio	29,48	12,58	0,34
Variação	25,27 - 31,77	9,00 - 15,80	0,18 - 0,56

Tabela 5 - Valores médios de resistência à compressão das espécies ensaiadas. (Carbonari. et al, 2017)

Espécie do bambu	Resistência a compressão (MPa)	
	Com nó	Sem nó
Dendrocalamus Asper	51,15 ± 5,2%	49,84 ± 4,5%
Bambusa Beecheyana	50,16 ± 6,8%	48,20 ± 5,1%
Dendrocalamus Giganteus	48,27 ± 3,5%	46,32 ± 3,2%
Bambusa Oldhami	72,17 ± 6,1%	70,04 ± 3,8%
Bambusa Tulda	75,18 ± 7,0%	72,75 ± 4,8%
Guada Angustifolia	45,45 ± 4,3%	42,17 ± 3,1%
Bambusa Nutans	47,63 ± 4,7%	47,38 ± 4,4%
Bambusa Vulgaris	50,40 ± 6,7%	48,42 ± 5,6%
Arundinaria Amabilis	38,35 ± 5,4%	38,20 ± 6,7%

A figura 3 mostra um comparativo entre espécies de bambu, aço e concreto através de sua eficiência pela relação resistência à compressão/massa específica, através dos resultados e da curva pode ser visto a maior eficiência deste material em relação aos demais [8].

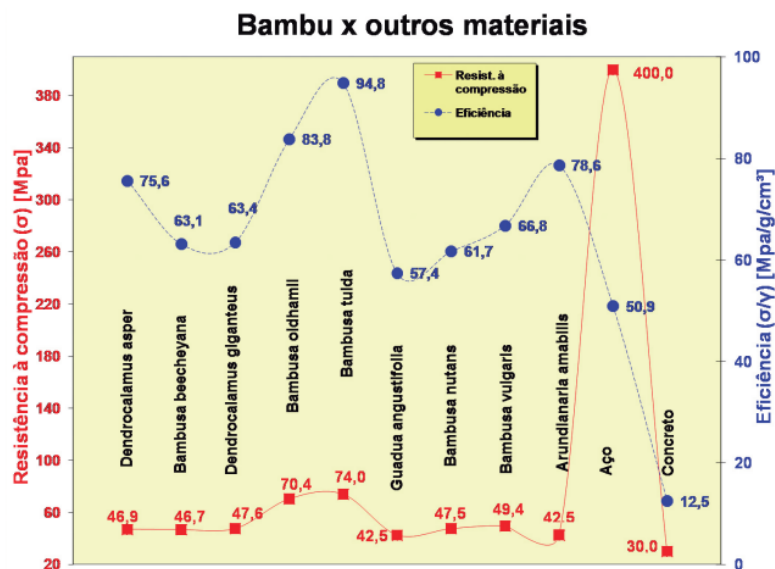


Figura 3. Eficiência do bambu em relação ao aço e concreto (Cabonari. et al, 2017)

3.3. Resistência ao cisalhamento

A resistência ao cisalhamento é a capacidade que um material tem de resistir aos esforços cisalhantes. Quando se trata do bambu, essa resistência pode variar de acordo com a umidade do colmo, a idade, a temperatura, a pressão e a espécie, podendo inclusive apresentar valores diferentes de resistência ao cisalhamento em condições análogas de ensaio. Os valores de resistência não tendem a variar ao longo do colmo, mas a presença de nós interfere nos valores da resistência, fazendo com que tenha valores mais baixos. Vale destacar que a resistência ao cisalhamento do bambu supera a resistência ao cisalhamento da madeira maciça [7].

Tabela 6 - Resistência ao cisalhamento interlaminar no bambu *Guaduaangustifolia* (Ghavami e Marinho, 2005)

Parte do Bambu	Resistência à Cisalhamento (MPa)
Base sem nó	1,67
Base com nó	2,20
Centro sem nó	1,43
Centro com nó	2,27
Topo sem nó	2,11
Topo com nó	2,42
Valor médio	2,02
Variação	1,43 - 2,42

Uma outra característica que é possível observar na resistência ao cisalhamento, é que seus valores máximos são atingidos nas fibras externas do bambu. É possível constatar isso com base nos dados da tabela 7, que possuem os resultados obtidos por Murad (2007) utilizando a espécie de bambu *GuaduaWEBERBAUERi* [12].

Tabela 7- Resistência ao cisalhamento no bambu *GuaduaWEBERBAUERi*. (Murad, 2007)

Parte do bambu	Resistência a cisalhamento (MPa)		
	Fatia externa	Fatia interna	Média
Base sem nó	4,71	4,34	4,53
Base com nó	4,31	2,81	3,56

4. A UTILIZAÇÃO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil é voltada para a utilização dos materiais de construção convencionais como

o aço, o concreto, e em alguns locais as madeiras. Frente a todo o impacto ambiental causado pela utilização da maioria desses materiais, surge a necessidade de substituir, ao menos parcialmente, a utilização desses materiais por materiais alternativos como o bambu [10]. O bambu é considerado um material sustentável para a construção civil, pois além de sua produção não exigir um grande investimento quando comparado com outros materiais, o seu crescimento se dá de forma rápida e pode ser facilmente renovado. Também vale destacar, que diferente dos materiais convencionais que lançam grandes quantidades de CO₂ para a atmosfera, o bambu atua na redução desse gás durante seu crescimento através da fotossíntese. Na tabela 8, é possível ver o comparativo de algumas características técnicas, econômicas e ambientais do bambu, do concreto, da madeira e do aço [7].

Tabela 8 - Propriedades do bambu, aço, madeira e concreto (autoria própria)

Características	Bambu	Aço	Madeira	Concreto
Resistência	Boa resistência à tração	Alta resistência à tração e compressão	Boa resistência à tração	Alta resistência à compressão
Peso	Leve	Pesado	Moderado à pesado	Pesado
Sustentabilidade	Sustentável	Grande consumo de energia pra produção	Sustentável	Grande consumo de energia pra produção
Durabilidade	Boa	Alta	Boa	Boa
Flexibilidade	Muito flexível	Rígido	Moderada	Rígido
Isolamento térmico	Bom	Baixo	Moderado	Baixo
Custo	Baixo	Caro	Variável	Variável

Um avanço importante e recente que gera mais oportunidades para a utilização do bambu como elemento estrutural no mercado brasileiro, foi o lançamento da norma que traz informações sobre a utilização do colmo de bambu como material construtivo em estruturas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A norma foi publicada no 21 de dezembro de 2020. A norma foi dividida em duas partes. A primeira é a NBR16828-1 e traz informações sobre projeto e dimensionamento de estruturas de bambu. Já a segunda parte, a NBR16828-2, traz as informações sobre os métodos de ensaios para determinação das propriedades físico-mecânicas dos bambus [13,14].

A normatização da utilização do bambu coloca o material à vista das construtoras e dos profissionais da engenharia fazendo que essa seja uma possibilidade a ser considerada por eles. A mudança também incentiva o aumento da produção do bambu no Brasil, que além do uso estrutural, apresenta muitas outras possibilidades de uso e traz vários benefícios ambientais já citados anteriormente.

O tratamento do bambu para o uso na construção civil é indispensável para garantir a qualidade e a durabilidade da construção. Feito de forma adequada o tratamento atribui para o material uma maior resistência aos insetos e uma maior durabilidade, no entanto, pode gerar uma diminuição da resistência [7]. O tratamento pode se classificado de duas formas, físico e químico [15].

Os tratamentos físicos, também conhecidos como cura do bambu, tem como objetivo reduzir ou destruir o amido do colmo para minimizar os ataques de alguns insetos. Apesar de ser um método que requer baixo investimento e de ser popularmente utilizado em pequenas comunidades dos países asiáticos, não existe nenhuma comprovação científica ou garantia de que ele assegure a proteção contra cupins e fungos. Os tratamentos físicos são subdivididos em maturação e cura no local da colheita.[15].

Os tratamentos químicos tendem a ser mais eficazes que os físicos, e podem ser classificados como tratamentos temporários e tratamentos de longa duração. Essa categoria dispõe de métodos oleosos, oleossolúveis, hidrossolúveis, imersão em solução de sais hidrossolúveis ou substituição de seiva por sais hidrossolúveis. Antes de optar por um determinado método químico, é necessário observar o nível de poluição e dano ambiental associado à esse método, para que ele não se oponha às vantagens ecológicas da utilização do bambu [15].

5. CONSTRUÇÕES COM BAMBU

Ao contrário do que prega o senso comum em relação a qualidade das construções que utilizam bambu, as obras constituídas com esse material, desde que seja utilizado uma espécie adequada, com o tratamento correto e com uma mão de obra qualificada, oferecem resultados de qualidade, que além de resistentes e duráveis, também possuem aspectos atrativos no que se refere à estética. Em várias localidades ao redor do mundo, é possível observar construções com uso de bambu que se destacam por sua beleza e eficiência.

O Teatro Hardelot, que pode ser observado na figura 4, é o primeiro e único teatro Elizabetano na França,

que foi construído em 2016 no departamento Pas-De-Calais. A edificação foi feita inteiramente em madeira e bambu, é naturalmente ventilado e possui um baixo consumo de energia devido a sua arquitetura e aos materiais que foram escolhidos para a construção [16]



Figura 4. Teatro Hardelot - Studio Andrew Todd, França.
(ArchDaily- 2016)

A arena esportiva em bambu apresentada na figura 5, foi projetada para integrar a Escola Internacional Panyaden pela Chiangmay Life Architect. Ela é completamente feita de bambu, unindo um aspecto moderno às características construtivas da escola, que tem como objetivo a baixa emissão de carbono na construção de suas edificações e é conhecida como escola verde de Panyaden.. A construção possui uma expectativa de vida útil de 50 anos [17].

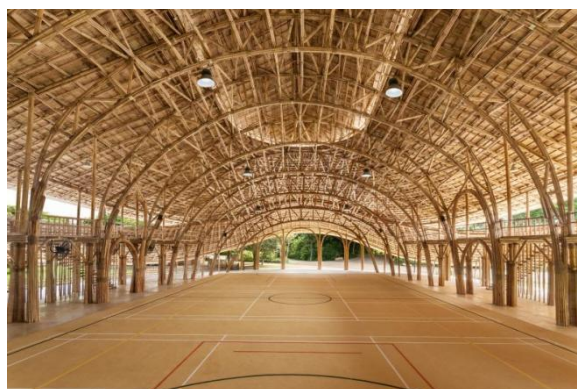


Figura 5. Arena esportiva em bambu para a Escola Internacional Panyaden
(ArchDaily- 2020)

O pavilhão mostrado na figura 6 foi construído visando o desenvolvimento imobiliário da região pela Zuo Studio no Parque Huludun, em Taiwan. Sua estrutura possui 10 metros de altura e 30 metros de largura, sendo composto de aço, bambu mosso e bambu makino. Antigamente o bambu era muito utilizado nas construções de Taiwan, mas foi substituído por materiais mais modernos e pouco sustentáveis. Um dos objetivos dessa construção foi mostrar para a população que é possível executar construções de qualidade utilizando o bambu [18].

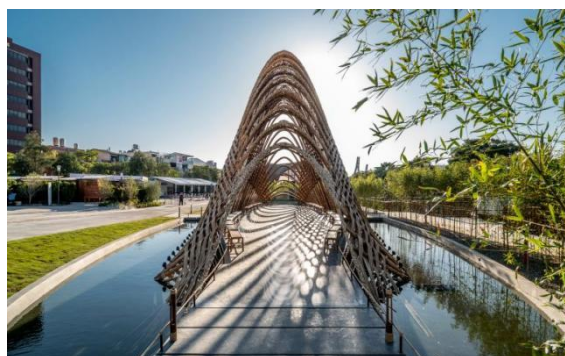


Figura 6. Pavilhão em Taiwan. (Dezeen - 2019)

O Vedana Restaurant foi projetada pela VTN Architects para integrar o Vedana Resort, construção localizada no Parque Nacional Cuc Phuong no Vietnã. Como é possível ver na figura 7, a estrutura de bambu proporciona ao resort uma estética natural, entrando em harmonia com o ambiente em seu entorno. Além do conforto térmico oferecido pelo bambu presente na construção, o restaurante foi construído de forma estratégica de frente para um lago, que auxilia na manutenção de uma temperatura confortável [19].



Figura 7. Vedana Restaurant. (Archdaily - 2021)

Embora o bambu seja uma planta comum na Indonésia, ele não está entre os materiais de construção mais utilizados do país. A ponte mostrada na figura 8 foi projetada pela Indonesian Architects Without Borders e construída sobre o rio Kali Pepe com o intuito de evidenciar o uso do bambu como uma possibilidade de material para obras de infraestrutura pública. A ponte foi pioneira nesse quesito e é uma importante referência para as construções sustentáveis [20].



Figura 8. Ponte de bambu na Indonésia (Archdaily - 2017)

A casa Permung vista na figura 9 é uma construção residencial coletiva construída na Indonésia pelo escritório de arquitetura IBUKU com o objetivo de servir como moradia coletiva para coletores de materiais recicláveis. O complexo possui o piso e as paredes feitas de bambu, o que proporciona uma boa ventilação para a edificação. Seguindo na mesma linha da sustentabilidade, alguns materiais recicláveis como garrafas e caixas de leite, também foram incorporados na construção para coberturas e isolamentos como mostra a figura 10 [6,21].



Figura 9. Casa Permung (Archdaily - 2017)

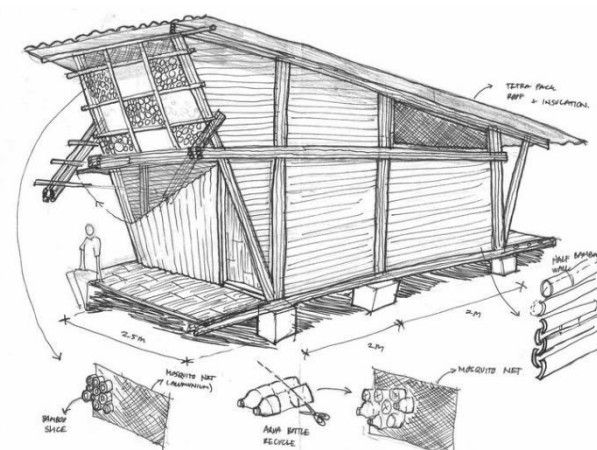


Figura 10. Utilização de materiais recicláveis na Casa Permulung (Archdaily - 2017)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os argumentos apresentados, é possível concluir que de fato, o bambu é um material que possui um grande potencial estrutural e uma vasta gama de aplicações, podendo ser aplicado tanto nas construções de pequeno porte como nas de grande porte. Sua resistência, leveza, durabilidade e alta taxa de renovação tornam-o tão eficiente para a construção civil quanto os materiais tradicionais, podendo ser até mesmo superior, dependendo das suas características. Embora ainda existam alguns desafios a serem superados para a sua ampla utilização, como por exemplo, formas mais eficientes de tratamento, o bambu já superou uma dos principais empecilhos para seu uso no Brasil com a criação da norma que regulamenta sua utilização nas estruturas. Essa mudança foi fundamental para destacar o bambu como um material que pode ser utilizado com eficácia e segurança, facilitando sua implantação em projetos e obras pelos profissionais da área e promovendo práticas construtivas mais ecológicas, promovendo um futuro mais sustentável para as próximas gerações.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] OLIVEIRA, L.. Características morfológicas e físicas dos bambus. In: Conhecendo bambus e suas potencialidades para uso na construção civil. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2013. p. 23-33.
- [2] MENEZES, A. et al., Aplicação do bambu como material construtivo. Ages, 2023.
- [3] ALMEIDA, V. Aplicabilidade do bambu na construção civil. Rio Verde-GO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2023. p. 12-14.
- [4] IAQUINTA, N.; MACARIO, V.; PAPPALARDO, A. A utilização do bambu como material estrutural sustentável: projeto, execução e manutenção de andaimes na construção civil. São Paulo: Mackenzie. P 2-4.
- [5] BERALDO, A. et al., Estudo preliminar do uso de bambu como elemento estrutural em pavimentação com concreto. CERNE, Lavras, v. 16, jul. 2010.
- [6] LUDWIG, A.; SOUZA, L. Estudo de caso: casa de bambu na ecovila mãe terra. Anápolis: Centro Universitário de Anápolis Unievangélica, v. 2, n. 1, 2019. p. 21-52.
- [7] ALVES, A. Uso do bambu na construção civil: aplicações estruturais e arquitetônicas para um desenvolvimento sustentável. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019. p. 4-17.
- [8] CARBONARI, G. et al., Bambu - o aço vegetal. Mix Sustentáveis, Londrina, edição 05, v. 3, n. 1, p. 17-25, 2017.
- [9] NUNES, G.; JÚNIOR, A.; PASTOR, J. O uso do bambu como material estrutural na construção civil. Principia, João Pessoa, n 55, 2021.
- [10] GHAVAMI, K.; MARINHO, A. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie do bambu da espécie Guadua angustifolia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.9, n.1, p.107-114, 2005.
- [11] MOTA, I. et al., Estudo das propriedades físicas e mecânicas do bambu brasileiro (Bambusa vulgaris vittata) para aplicação na construção de sistemas hidráulicos alternativos de distribuição de água a baixa pressão. Revista de estudos ambientais, Blumenau, v. 19, n. 1, p. 18-26, 2017.
- [12] SOARES, M. Análise do uso de bambu como painéis e como reforço de ligações entre elementos estruturais. Florianópolis: Universidade Federal Rural de Santa Catarina, 2011. p. 60-67.
- [13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16828-1: Estruturas de bambu: projeto. Rio de Janeiro, 2020.

-
- [14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16828-2: Estruturas de bambu: Determinação das propriedades físicas e mecânicas do bambu. Rio de Janeiro, 2020.
- [15] CRUZ, L.; BARROS, M. Possibilidades para uma engenharia sustentável. *Mis Sustentáveis*, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 79-92, 2022.
- [16] "Teatro Hardelot / Studio Andrew Todd" [Hardelot Theatre / Studio Andrew Todd] 30 Dez 2016. ArchDaily Brasil. Acessado 5 Abr 2024. <<https://www.archdaily.com.br/br/801310/teatro-hardelot-studio-andrew-todd>> ISSN 0719-8906.
- [17] "Arena Esportiva em Bambu para a Escola Internacional Panyaden / Chiangmai Life Construction" [Bamboo Sports Hall for Panyaden International School / Chiangmai Life Construction] 08 Dez 2020. ArchDaily Brasil. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/952674/arena-esportiva-em-bambu-para-a-escola-internacional-panyaden-chiangmai-life-construction>>. Acesso em: 5 abr. 2024.
- [18] Pavilhão arqueado de bambu no Taiwan / Zuo Studio. 05 de setembro de 2019. Dezeen. Disponível em : <<https://www.dezeen.com/2019/09/05/bamboo-pavilion-zuo-studio-taiwan/>>. Acesso em: 5 abr. 2024.
- [19] "Restaurante Vedana / VTN Architects" [Vedana Restaurant / VTN Architects] 04 Jan 2021. ArchDaily Brasil. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/953763/restaurante-vedana-vtn-architects>>. Acesso em: 5 abr. 2024.
- [20] "Ponte de bambu na Indonésia demonstra alternativas sustentáveis para infraestruturas" [Bamboo Bridge in Indonesia Demonstrates Sustainable Alternatives for Infrastructure] 21 Jun 2017. ArchDaily Brasil. (Trad. Souza, Eduardo). Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/874064/ponte-de-bambu-na-indonesia-demonstra-alternativas-sustentaveis-para-infraestruturas>>. Acesso em: 5 abr. 2024.
- [21] "Casas Pemulung / IBUKU" [Pemulung House / IBUKU] 05 Dez 2017. ArchDaily Brasil. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/884840/casas-pemulung-ibuku>>. Acesso em 5 abr. 2024.