**MATERIAIS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: INOVAÇÃO E DESEMPENHO DE BAMBU**

Emanuel Vinícius Silva Andrade 1

Jhonathas Farias de Carvalho 2

Marcílio Gonçalves de Farias Pereira 3

Pedro Eduardo Simão Bezerra4

Sabrina Maria Castro Cordeiro 5

**RESUMO**

Este artigo explora a viabilidade do bambu como alternativa ao concreto e ao aço na construção civil. O bambu, uma gramínea de crescimento rápido e alta resistência estrutural, pode ser uma solução sustentável para reduzir a extração de recursos naturais e as emissões de CO2 associadas aos materiais de construção tradicionais. A pesquisa destaca que o bambu não apenas oferece resistência comparável ao aço e ao concreto, mas também possui a capacidade de capturar e armazenar carbono ao longo de sua vida. Essa propriedade contribui para a mitigação das mudanças climáticas e promove práticas de construção mais ecológicas. A substituição do aço e do concreto pelo bambu pode diminuir significativamente o consumo de energia e as emissões de carbono, representando uma alternativa inovadora e alinhada com os princípios da construção verde e da sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Bambu, Sustentabilidade.

**1 INTRODUÇÃO**

O bambu é uma planta da família das gramíneas, conhecida por sua impressionante taxa de crescimento. Em cerca de três anos, pode ser colhido com excelentes qualidades mecânicas (Pereira, 2012), e algumas espécies podem atingir até 30 metros de altura. Esses atributos tornam o bambu um material altamente versátil e atraente para diversas aplicações humanas.

A cultura do bambu oferece numerosos benefícios socioambientais. Seu uso como madeira de reflorestamento ajuda a prevenir o desmatamento e promove o sequestro de carbono devido ao seu rápido crescimento. Além disso, o bambu é utilizado na culinária e gera renda

em vários setores, incluindo a produção de artesanatos, móveis, ferramentas e elementos da construção civil.

O planeta Terra tem enfrentado impactos profundos devido ao descaso e à exploração irresponsável dos recursos naturais pelos seres humanos. Muitas vezes, a falta de conscientização ou a imprudência leva a ações egoístas que desconsideram as consequências ambientais. Um exemplo notável é o alarmante aumento nos níveis de dióxido de carbono, conforme destacado no Boletim da Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2016). Esse aumento na concentração de gases de efeito estufa tem causado mudanças climáticas sem precedentes, afetando gravemente os sistemas naturais do planeta.

A construção civil é um dos setores mais críticos no contexto do desenvolvimento sustentável, sendo responsável por impactos ambientais significativos. Esses impactos resultam da extração de recursos naturais, da fabricação de materiais de construção, da execução das obras e da destinação dos resíduos gerados. Esses processos não causam apenas problemas ambientais, mas também têm repercussões econômicas e sociais. Portanto, é essencial implementar medidas para mitigar esses impactos e promover a sustentabilidade no setor. Nos últimos anos, a construção civil tem buscado adotar práticas como a substituição de materiais convencionais por alternativas sustentáveis e o gerenciamento adequado dos resíduos gerados durante as obras (D Mota Junior, 2021).

Nesse contexto, o bambu se destaca como uma alternativa promissora aos materiais tradicionais, como aço e concreto. Suas propriedades notáveis incluem alta resistência e excelente trabalhabilidade, sendo comparável ao aço, especialmente em termos de resistência à tração. Por ser um material não poluente, o bambu oferece uma solução eficaz para os desafios da construção sustentável, ajudando a reduzir os impactos ambientais. Além disso, é uma alternativa mais econômica, com baixo consumo energético e benefícios ambientais superiores em comparação aos materiais convencionais utilizados na construção civil (Pinto, 2019).

**2 OBJETIVO**

Investigar os benefícios socioambientais associados à cultura do bambu, incluindo seu impacto na redução do desmatamento e no sequestro de carbono.

**3 REFERENCIAL TEÓRICO**

**3.1 Características fisiológicas**

O bambu refere-se às plantas da subfamília Bambusoideae, que pertence à família das gramíneas. Essa subfamília é subdividida em duas tribos: Bambuseae, que inclui os bambus lenhosos, e Olyrae, que engloba os bambus herbáceos. Embora o bambu seja frequentemente confundido com uma árvore, ele é, na verdade, uma gramínea gigante, similar ao milho, cevada, trigo e cana-de-açúcar (Padovan, 2010).

O bambu é uma planta lenhosa, classificada como angiosperma, devido ao fato de suas sementes estarem protegidas e produzirem frutos, e como monocotiledônea, que são plantas com raízes fasciculadas. Apesar de ser uma gramínea, os bambus possuem uma estrutura composta por uma parte aérea, incluindo o colmo, folhas e ramificações, e uma parte subterrânea, composta pelo rizoma e raízes (figura 1). Graças à estrutura do tecido celular lignificado e suas propriedades tecnológicas similares às da madeira, o bambu também é frequentemente considerado um tipo de madeira (souza, 2023).

Segundo o mesmo autor citado acima, os colmos de bambu apresentam uma forma geralmente cilíndrica, com dimensões que variam bastante conforme a espécie. Por exemplo, o gênero Arundinaria possui colmos com poucos centímetros de comprimento e milímetros de diâmetro, enquanto o Dendrocalamus giganteus pode atingir até 40 metros de altura e um diâmetro médio de 30 centímetros. Os colmos são segmentados por diafragmas, que conferem rigidez, flexibilidade e resistência, e aparecem externamente como nós, de onde surgem os ramos e folhas.

Os bambus crescem com um diâmetro fixo durante toda a sua vida, o qual é maior na base e diminui em direção à ponta, fazendo com que o bambu tenha a forma de um tronco cônico. Ao contrário das árvores, o diâmetro do bambu não aumenta com a idade. O diâmetro máximo é alcançado aproximadamente entre o quarto e o quinto ano após o plantio. O comprimento dos internódios aumenta da base até o meio do colmo, diminuindo em direção ao

topo, com uma média de 20 a 35 cm na maioria das espécies (Cordovil, 2013).

|  |
| --- |
| Figura 1: Partes do bambu |
|  |
| Fonte: google imagens |

**3.2 Sustentabilidade na construção civil**

A construção civil é uma das atividades mais antigas da história, datando de 4000 a 2000 a.C., com as primeiras grandes construções conhecidas sendo as pirâmides no Egito. Este setor está intrinsecamente ligado ao crescimento populacional, pois oferece tanto espaços para moradia quanto para o trabalho (Algarvio, 2009).

A Revolução Industrial marcou um ponto crucial para a expansão da construção civil, ao mecanizar os sistemas de produção e possibilitar a utilização de materiais como aço e concreto, que são fundamentais para essa prática. O setor contribui significativamente para a economia nacional; apesar da queda de 5,6% no PIB da construção civil em 2016, a indústria movimentou quase 319 bilhões de reais. A construção civil é essencial para o desenvolvimento do país, pois promove novas tecnologias e gera renda e empregos (PINTO et al., 2015). Além

disso, a construção civil está diretamente relacionada aos indicadores de qualidade de vida, uma vez que o setor propõe soluções urbanísticas e cria estruturas que oferecem conforto e desenvolvimento para a sociedade.

No entanto, apesar de suas contribuições socioeconômicas, o setor enfrenta preocupações relacionadas ao impacto ambiental, econômico e social. Globalmente, a construção civil consome 40% da produção total de energia, 12-16% de toda a água disponível, 32% dos recursos renováveis e não renováveis, 25% de toda a madeira, 40% de todas as matérias-primas, 30-40% dos resíduos sólidos e emite 35% de CO2. O uso inteligente dos recursos naturais e a adoção de "tecnologias de construção verdes" podem ser soluções eficazes para mitigar ou minimizar esses impactos negativos. Essas tecnologias englobam ações como: maior eficiência energética e hídrica, melhoria no conforto e satisfação dos ocupantes, conforto térmico, redução e reutilização de resíduos, eficiência em processos de construção e práticas de gestão, e geração de emprego e renda para a população carente.

**3.3 Distribuição dos bambus ao longo do mundo**

Oliveira (2013) afirma que o número exato de espécies de bambu na Terra ainda é desconhecido devido à vasta dispersão desses vegetais pelos vários continentes. Novas espécies e variedades estão constantemente sendo descobertas, mas atualmente existem cerca de 1.200 espécies de bambu conhecidas e catalogadas cientificamente, divididas em mais de 90 gêneros e distribuídas por todos os continentes, exceto na Antártida e na Europa, onde não há espécies nativas conhecidas (figura 2).

No Brasil, há 258 espécies de bambus nativos, classificadas em duas tribos: Olyreae e Bambuseae. A tribo Olyreae é composta por bambus herbáceos e inclui 17 gêneros e 93 espécies, enquanto a tribo Bambuseae é formada por bambus lenhosos e contém 18 gêneros e 165 espécies.

A grande diversidade de bambus ao redor do mundo, combinada com sua quantidade significativa e sua notável capacidade de adaptação e resistência, torna o bambu um material extremamente relevante e promissor para a construção civil. Sua ampla distribuição e a variedade de espécies disponíveis oferecem uma gama de opções para diferentes aplicações, adaptando-se a diversos climas e condições ambientais. Além disso, o bambu se destaca pela sua alta resistência e durabilidade, características essenciais para a construção de estruturas

robustas e sustentáveis ( Da Mota Nunes, 2019).

Segundo o mesmo autor citado anteriomente adoção do bambu na construção civil pode trazer benefícios significativos, como a redução do impacto ambiental e a promoção da sustentabilidade. Suas propriedades naturais, aliadas à sua capacidade de crescer rapidamente e se regenerar, contribuem para a redução do uso de recursos não renováveis e para a diminuição das emissões de carbono associadas à construção. Dessa forma, o bambu não só proporciona uma alternativa ecológica e eficiente aos materiais tradicionais, mas também oferece uma solução inovadora que pode transformar as práticas construtivas e promover um futuro mais sustentável.

|  |
| --- |
| Figura 3: Distribuição dos bambus |
|  |
| Fonte: Da Mota Nunes, 2019 |

**4 MÉTODO**

O presente estudo é uma pesquisa experimental do tipo descritivo, com uma abordagem qualitativa. Esse tipo de pesquisa visa não apenas compreender os fenômenos, mas também testar hipóteses para confirmá-las ou refutá-las. Para isso, são utilizados diversos métodos de coleta de dados, sendo a pesquisa documental uma das principais abordagens adotadas.

A pesquisa se caracteriza como bibliográfica, uma vez que o levantamento, a análise e a apresentação dos dados exigem um controle rigoroso do objeto de estudo previamente estabelecido. Este processo inclui a investigação e a observação do fenômeno em questão, bem como a coleta de dados para análises subsequentes.

Dado que a pesquisa é de natureza qualitativa, o foco está nas particularidades das respostas às questões propostas, que precisam ser detalhadamente apresentadas e interpretadas. A abordagem qualitativa permite uma compreensão aprofundada das nuances e complexidades

do fenômeno estudado, enriquecendo a análise com insights detalhados e contextuais.

**5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

**5.1 Captura de carbono**

A substituição do aço e do concreto pelo bambu na construção civil pode trazer benefícios ambientais substanciais, com impactos positivos significativos na redução do consumo de energia e nas emissões de carbono. A produção de concreto e a extração de minério de ferro para a fabricação de aço são processos que exigem grandes quantidades de energia e são responsáveis por uma significativa emissão de CO2. O cimento, por exemplo, é uma das principais fontes de emissões de carbono, com sua produção contribuindo para aproximadamente 8% das emissões globais de CO2. A extração e o processamento de minério de ferro para o aço também são intensivos em energia e têm um alto impacto ambiental (Neto, 2009).

Ao optar pelo bambu como alternativa, não apenas se reduz o consumo de energia associado à fabricação de aço e concreto, mas também se diminui a liberação de gases de efeito estufa. O bambu, com sua alta taxa de crescimento e capacidade de se regenerar rapidamente, representa uma opção muito mais sustentável. Enquanto o concreto e o aço têm um ciclo de vida que envolve intensivos processos industriais e uso de recursos não renováveis, o bambu é uma planta perene que cresce rapidamente e pode ser colhida em ciclos curtos, geralmente entre 3 a 5 anos, em comparação com as décadas necessárias para o crescimento das árvores utilizadas para madeira e produtos derivados (Johnson *et al*, 2018).

Segundo o mesmo autor do texto acima além de reduzir a pegada de carbono durante a produção, o bambu desempenha um papel crucial na captura e armazenamento de carbono ao longo de sua vida. Durante o crescimento, o bambu absorve grandes quantidades de CO2 da atmosfera, ajudando a mitigar as mudanças climáticas. Esta capacidade de captura de carbono é mantida ao longo de sua vida útil e até após seu uso na construção, já que o bambu continua a armazenar o carbono que capturou. Em média, uma floresta de bambu pode sequestrar até 30% mais carbono do que uma floresta de árvores convencionais, oferecendo uma solução eficaz para o problema das emissões de carbono.

Ademais, a utilização de bambu pode promover um ciclo de construção mais sustentável e circular. O bambu não apenas reduz as emissões associadas à produção de materiais de construção tradicionais, mas também pode ser cultivado e gerido de forma sustentável,

promovendo a recuperação de solos e a conservação de ecossistemas. O manejo adequado do bambu pode contribuir para a preservação da biodiversidade e o desenvolvimento econômico

local, ao criar oportunidades de emprego em comunidades rurais e fomentar práticas agrícolas sustentáveis.

**5.2 Resistência**

SegundoCarbonari *et al*, 2017 à resistência à compressão, os valores obtidos para as espécies de bambu ensaiadas variaram de 38 MPa a 75 MPa. Em relação à resistência à tração, os valores médios registrados para as várias espécies, considerando os corpos de prova com nó, situaram-se entre 102 MPa e 125 MPa.

Analisando a relação entre as resistências à compressão e à tração das espécies e suas respectivas massas específicas, todas as espécies de bambu ensaiadas demonstraram uma eficiência superior em comparação ao concreto e ao aço.

Os valores relativamente baixos obtidos para os módulos de elasticidade à flexão, que variaram de 3,4 GPa a 5,3 GPa, evidenciam a alta flexibilidade do bambu. Essa característica está alinhada com o comportamento do bambuzal quando exposto à ação do vento, onde a flexibilidade desempenha um papel crucial. O módulo de elasticidade à flexão é um fator importante no dimensionamento de elementos estruturais, como lajes e vigas, pois influencia diretamente sua capacidade de suportar cargas e deformações.

Os módulos de elasticidade obtidos nos ensaios de compressão das espécies estudadas variaram entre 20 GPa e 25 GPa, o que os torna superiores aos das madeiras de floresta plantada e próximos ao valor do concreto convencional. Esses resultados destacam o potencial do bambu como um material estrutural competitivo, especialmente em aplicações onde a resistência e a flexibilidade são requisitos importantes.

 **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com as informações apresentadas neste artigo, é viável utilizar o bambu como substituto para o concreto e o aço, uma vez que este material apresenta resistência estrutural

adequada para funcionar como elemento portante. O bambu não só oferece uma capacidade de carga suficiente para suportar estruturas, mas também contribui significativamente para a

redução da extração de recursos naturais e para a diminuição das emissões de CO2 na atmosfera. Além disso, o bambu possui a capacidade de capturar e armazenar carbono ao longo de sua vida, o que ajuda a mitigar as mudanças climáticas.

Em resumo, a substituição do aço e do concreto pelo bambu não apenas resulta em uma redução do consumo de energia e das emissões de carbono, mas também contribui para um ciclo de carbono mais equilibrado e promove práticas construtivas mais sustentáveis. O bambu representa uma alternativa inovadora e viável que está alinhada com os princípios da construção verde e da sustentabilidade. Esta solução oferece um caminho promissor para a construção civil, ajudando a enfrentar os desafios ambientais atuais e promovendo um futuro mais sustentável e ecológico.

**REFERÊNCIAS**

DA MOTA NUNES, Gabrielly; JÚNIOR, Antônio da Silva Sobrinho; DOS SANTOS PASTOR, Jaiane. O uso do bambu como material estrutural na construção civil. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, n. 55, p. 152-164, 2021.

NETO, L. Ghelmandi; GIANNETTI, B. F. Contabilidade dos Fluxos de CO2 em uma Pantação Comercial de Bambu Visando a Produção Papeleira. **Key Elements for a Sustainable World: Energy, Water and Climate Change, São Paulo**, 2009.

OLIVEIRA, L. F. A. de. **Conhecendo bambus e suas potencialidades para uso na construção civil.** UFMG, 2013.

PADOVAN, Roberval Bráz. **O bambu na arquitetura**: desing de conexões estruturais. 2010.

PINTO, João Luis Guedes et al. Construções com Bambu. **Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, v. 1, n. 1, p. 1-32, 2019.

Pinto, J. S., Oliveira, A. C., Costa, H. S., Vilhena, J. P. (2015). **Análise de viabilidade econômica de um imóvel na cidade de Macapá (AP) através do programa habitacional minha casa minha vida**. In: XXXV Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Fortaleza.

SOUZA, Raíssa Cássia Andrade de. **Estudo da aplicação do bambu na construção civil: uma revisão sistemática**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

WMO. **CO2breaches milestone,** drives warming, 2018.

YEH, Johnson et al. El bambú (Guadua Angustifolia Kunth) como medio de absorción de Co2 en Guayaquil. **Espirales revista multidisciplinaria de investigación**, v. 2, n. 18, p. 35-44, 2018.