

Utilização de bambu como elemento sustentável na arquitetura e construção civil: uma revisão bibliográfica

Devido ao aumento populacional, a construção civil tem intensificado a exploração de recursos naturais, impactando de forma significativa o meio ambiente, surgindo, então, a necessidade de encontrar meios alternativos para a minimização dos impactos. Dentre as muitas técnicas e elementos construtivos sustentáveis que surgiram, destaca-se o uso do bambu, uma matéria renovável, não necessitando de replantio, é livre de corrosão ou ferrugem, tornando-se um elemento estrutural atraente. Frente ao exposto, a presente pesquisa objetivou realizar um levantamento de dados de modo a caracterizar a utilização do bambu como elemento sustentável para a arquitetura e construção civil, ressaltando seus benefícios através de pesquisas já publicadas que tratem da temática. Trata-se de uma pesquisa aplicada, descritiva e exploratória, de abordagem qualitativa, através de uma pesquisa bibliográfica. Encontrou-se diversas pesquisas que evidenciam a ampla utilização do bambu como elemento construtivo e arquitetônico, podendo ser utilizado em pilares, vigas, armação para vigas, lajes, pisos, paredes, telhados, telhas, e até mesmo mobílias, sendo o bambu um material de grande resistência à compressão e baixo peso, podendo substituir o aço em várias técnicas construtivas. Apesar disso, o material não é muito utilizado no Brasil, surgindo a necessidade de novas pesquisas e obras que ressaltem a importância do bambu para o futuro da construção sustentável. A arquitetura, por se tratar de uma área voltada para a construção de obras harmônicas, e com design atraente, pode e deve buscar utilizar o bambu como elemento construtivo. Conclui-se que a metodologia utilizada na presente pesquisa se mostrou satisfatória, permitindo considerar que o bambu é uma alternativa sustentável, viável e com um alto custo x benefício para diversas construções civis, podendo ser utilizada em uma ampla quantidade de elementos.

Palavras-chave: Construção sustentável; Bambu; Elemento estrutural; Elemento arquitetônico.

Use of bamboo as a structural element in civil construction: a bibliographic review

Due to the increase in population, civil construction has intensified the exploitation of natural resources, significantly impacting the environment, and therefore the need to find alternative means to minimize impacts. Among the many sustainable construction techniques and elements that have emerged, the use of bamboo is noteworthy, it does not need replanting, it is free from corrosion or rust, making it an attractive structural element. In light of the above, this research aimed to conduct a data survey in order to characterize the use of bamboo as a sustainable element for architecture and civil construction, highlighting its benefits through research already published that deal with the theme. It is an applied, descriptive and exploratory research, with a qualitative approach, through a bibliographic research. Several researches have been found that show the widespread use of bamboo as a constructive and architectural element, which can be used in pillars, beams, frame for beams, slabs, floors, walls, roofs, tiles, and even furniture, with bamboo being a material of great resistance to compression and low weight, being able to substitute steel in several construction techniques. Despite this, the material is not widely used in Brazil, and there is a need for new research and works that emphasize the importance of bamboo for the future of sustainable construction. Architecture, as it is an area dedicated to the construction of harmonious works, and with an attractive design, can and should seek to use bamboo as a constructive element. It is concluded that the methodology used in the present research was satisfactory, allowing to consider that bamboo is a sustainable, viable and with a high cost x benefit for several civil constructions, being able to be used in a wide number of elements.

Keywords: Sustainable construction; Bamboo; Structural element; Architectural element.

Topic: **Arquitetura e Urbanismo**

Received: **18/06/2021**

Approved: **20/07/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Diogo Luiz Quixabeira Camargo 

Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/1414526078153838>

<http://orcid.org/0000-0001-8781-0134>

diogo.camargo@itpacporto.edu.br

Katly Lohanne Lopes Pereira 

Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/1362342845112987>

<http://orcid.org/0000-0002-2052-7542>

lohanne_lolo@hotmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2318-3055.2021.002.0014

Referencing this:

CAMARGO, D. L. Q.; PEREIRA, K. L.. Utilização de bambu como elemento sustentável na arquitetura e construção civil: uma revisão bibliográfica. **Engineering Sciences**, v.9, n.2, p.163-173, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2021.002.0014>

INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades mais antigas da humanidade. Em razão do constante aumento populacional, a exploração de recursos naturais para realização de novas construções foi intensificada. Com isso, a construção civil tem impactado o meio ambiente de forma negativa, por conta da exploração de matérias-primas (MURAD, 2007). A indústria da construção civil é vista como uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento socioeconômico e um dos maiores poluentes, levando a graves prejuízos ambientais. Em função disso, nota-se a grande necessidade em encontrar meios para minimizar os impactos ambientais (EFFTING, 2017).

Conforme Mota et al. (2017), ainda existem obstáculos em se trabalhar com materiais sustentáveis por conta da falta de conhecimento aprofundado sobre o tema e por vezes descreditarem que essa prática seja útil. A cada dia surge novas técnicas e elementos construtivos, sendo assim a construção está sempre inovando. O bambu é uma matéria com grande potencial por ser um material renovável, ou seja, que não necessita de replantio, assim sendo uma ótima opção para ajudar a reduzir os impactos ambientais.

De acordo com Effting (2017), é primordial materiais e tecnologias que procuram amenizar os impactos ao meio ambiente. O bambu é uma matéria-prima renovável que é encontrado com facilidade em basicamente todos os continentes. Como já sabemos há diversas vantagens para compor esse material como um elemento construtivo, porém ainda é um material que poucos visam utilizar como elemento no canteiro de obras. O bambu além de ser leve e repleto de fibras, é fácil de ser armazenado devido seu formato.

Pode-se destacar como uma vantagem o bambu ser livre de corrosão ou ferrugem, ou seja, deterioração do material devido a ação química. Então esse material se torna um elemento estrutural atraente (QUEIROZ, 2014). Delgado (2011), o bambu tem um grande destaque em relação ao baixo custo, sua leveza, flexibilidade, uma resistência a tração comparável à do aço e uma resistência a compressão maior que a do concreto, em caso de fabricação de moveis, estruturas, tubulações, habitações e drenos. No Brasil a maior plantação comercial de bambu pertence ao Grupo Industrial João Santos, onde seus maiores plantios estão nos estados do Maranhão, Paraíba e Pernambuco.

O bambu é uma planta lenhosa devido a propriedade do seu colmo, o colmo é a parte cilíndrica oca onde ocorre a separação por nós, que fica visivelmente exposto na parte externa do bambu, ou seja, é a totalidade do caule do bambu (PADOVAN, 2010).

A planta pertence à família das gramíneas, e é um material usado em diversas áreas, que desempenha funções variadas, muito usado na construção civil. E é comum servir como material para fabricação de utensílios domésticos e outros artefatos, é capaz de ser reaproveitado em todos seus aspectos, tanto quanto em características físicas, químicas e mecânicas. Também ajuda na recuperação de áreas degradadas (DELGADO, 2011).

As características mecânicas do bambu são eficazes, além de poder ser substituído, também pode ser combinado com outros materiais, como o concreto, aço e madeira em sua composição. É um elemento

que apesar de não ser muito usado, por falta de normatização adequada levando em conta sua geometria não uniforme, faz com que isso dificulte a sua aplicação no canteiro de obras (EFFTING, 2017).

Frente ao exposto, a presente pesquisa objetivou realizar um levantamento de dados de modo a caracterizar a utilização do bambu como elemento sustentável para a arquitetura e construção civil, ressaltando seus benefícios através de pesquisas já publicadas que tratem da temática.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa aplicada, descritiva e exploratória, de abordagem qualitativa, através de uma pesquisa bibliográfica. Para a realização da referida pesquisa, utilizou-se a natureza aplicada, considerando que conforme Gerhardt et al. (2009), trata-se de um tipo de pesquisa objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. Assim, através da pesquisa é possível gerar conhecimentos voltados à maior aplicação do bambu como elemento construtivo e arquitetônico.

No que se refere à pesquisa descritiva, conforme define Prodanov et al. (2013), trata-se daquela que visa descrever, analisar e verificar a relação entre fatos e fenômenos existentes na pesquisa, propondo-se a fazer investigações detalhadas para um melhor entendimento quanto as causas e consequências daquilo que é pesquisado. Já as pesquisas exploratórias são utilizadas para ampliar o conhecimento sobre o pesquisado, familiarizando-se com os fenômenos que surgem ao longo da pesquisa e baseando em pesquisas bibliográficas (ZANELLA, 2013; PRAÇA, 2015).

Já no que se refere à abordagem do problema, a pesquisa caracteriza-se como do tipo qualitativa, definida por Prodanov et al. (2013) como aquela realizada a partir de descrições, sem a utilização de representatividade numérica. Por fim, ainda se caracteriza a pesquisa a partir dos procedimentos como do tipo bibliográfica, onde Prodanov et al. (2013) concluem que se trata daquela realizada a partir de pesquisas já existentes, publicadas em livros, artigos, periódicos, revistas e afins.

Desse modo, a presente pesquisa realizou-se de forma descritiva, sem a utilização de representativa numérica para a apresentação dos resultados. Para a coleta de dados da revisão de literatura, realizou-se uma pesquisa bibliográfica na base de dados Scientific Electronic Librarian Online – SciELO, além de artigos buscados no Google Acadêmico, referentes à utilização de bambu como elemento construtivo e arquitetônico. Por se tratar de uma pesquisa bibliográfica, não houve a realização de nenhum ensaio laboratorial, portanto os resultados da mesma referem-se a um compilado de descrições relatadas por diversos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Arquitetura sustentável é feita através de uso de materiais naturais renováveis e não poluentes. O bambu é uma boa opção devido ser um material não poluente, não consumir muita energia e oxigênio em seu processo de utilização, é um material de baixo custo que se encontra com facilidade, além disso, tem uma beleza estética. É por isso que entre os materiais renováveis que são usados na construção ecológica,

o bambu é um dos que mais se destacam. Além de ter uma boa resistência, ser de fácil plantio e de crescimento rápido, se adapta com facilidade a diferentes características bioclimáticas (SOUZA, 2002).

De acordo com Effting (2017), é primordial materiais e tecnologias que procuram amenizar os impactos ao meio ambiente. O bambu é uma matéria-prima renovável que é encontrado com facilidade em basicamente todos os continentes. Como já sabemos há diversas vantagens para compor esse material como um elemento construtivo, porém ainda é um material que poucos visam utilizar como elemento no canteiro de obras. O bambu além de ser leve, repleto de fibras, é fácil de ser armazenado devido seu formato. Pode-se destacar como uma vantagem o bambu ser livre de corrosão ou ferrugem, ou seja, deterioração do material devido a ação química. Então esse material se torna um elemento estrutural atraente (QUEIROZ, 2014).

De acordo com Drumond et al. (2017), as características dessa planta sustentável são essenciais também para o meio ambiente, pois, ela pode ser usada na redução de pressão nas florestas tropicais e no combate ao aquecimento global. Todos os anos os colmos são substituídos, e se não ocorrer a extração das partes envelhecidos eles apodrecem e morrem, então os caules maduros são aproveitados como matéria-prima e usado de diferentes maneiras, ajudando assim no povoamento florestal.

Murad (2007), diz que o bambu tem diversas características, dentre elas algumas se sobressai como é o caso do bambu quando comparado ao aço, concreto ou madeira, sua resistência a tração em relação ao peso é maior. É um material que tem uma cor natural atrativa e sua superfície externa não necessita de raspagem, pintura ou polimento, pois sua camada é lisa além disso é um elemento que possibilita o transporte e armazenamento com facilidade, devido seu formato e por ser um material leve. O bambu é um material que é usado na construção civil desde o início da civilização.

Aplicabilidade na construção civil

Em um estudo realizado por Carbonari et al. (2017), objetivando identificar as propriedades do bambu em comparação ao aço, e identificar se o mesmo pode ser considerado um aço vegetal, verificou-se no que se trata à compressão, o bambu possui valores entre 38 a 75 MPa, variando de acordo com diversas espécies de bambu, para resistência à tração possui entre 102 a 125 MPa, sendo, portanto, eficiência superior quando se compara ao concreto, uma vez que este possui ambas as resistências com valores menores. Além disso, o bambu possui módulo de elasticidade à compressão entre 20 e 25 GPa, superiores não somente ao concreto convencional, como também das madeiras de floresta plantada, porém possui uma deficiência natural no que se refere ao módulo de elasticidade à flexão.

O bambu é um material que a séculos vem sendo usado pelo ser humano, esse elemento vem se destacando e popularizando na construção civil ele é utilizado de diferentes formas e aplicado de várias maneiras seja para ornamentação ou como elemento construtivo. O bambu é uma planta que pode ser aproveitada como um todo, algumas espécies podem servir até mesmo como alimento e a parte dessa planta comestível é o broto, ou seja, o conjunto de folhas. A produção para alimentação é semelhante ao processo do palmito (LIMA, 2013). De acordo com Silva (2014), um outro exemplo da aplicação do bambu é

como elemento estrutural. É um produto que tem uma fácil adaptação em relação ao clima do local.

O bambu no geral refere-se a um material de grande versatilidade, e a sua utilização na construção civil não é diferente, uma vez que pode ser empregado de diversas formas, com grande diversidade, servindo desde elemento decorativo, até mesmo elementos estruturais (EFFTING, 2017). Apresenta-se a seguir diversas utilizações construtivas e arquitetônicas do bambu:

Pilares

Pilares se tratam de elementos estruturais verticais que suportam ações de vigas, lajes, pavimentos superiores, transmitindo-as para elementos inferiores ou fundações. Pode-se utilizar bambu como pilar nas construções, em virtude de suas características, uma vez que suporta cargas de grandes edificações, sendo necessários cuidados e tratamentos no mesmo, assim como qualquer outro material, objetivando uma garantia de maior segurança e qualidade (EFFTING, 2017).

Os pilares de bambu precisam ser feitos utilizando a melhor parte da planta, ou seja, da parte média até a parte inferior do colmo, uma vez que nessa região os nós possuem uma maior resistência. Uma vantagem na utilização desse material para a construção de pilares se refere ao fato de que o bambu costuma ter a capacidade de absorção de alta energia, o que o torna seguro para zonas com abalos sísmicos. Além disso, para que o material ofereça segurança, faz-se necessário protegê-lo contra a umidade do solo e pisos, não podendo coloca-lo diretamente em contato com o solo, uma vez que corre o risco de diminuir a durabilidade do elemento, assim, os mesmos podem ser apoiados em bases de concreto (Figura 1) ou outro material (TEIXEIRA, 2006).

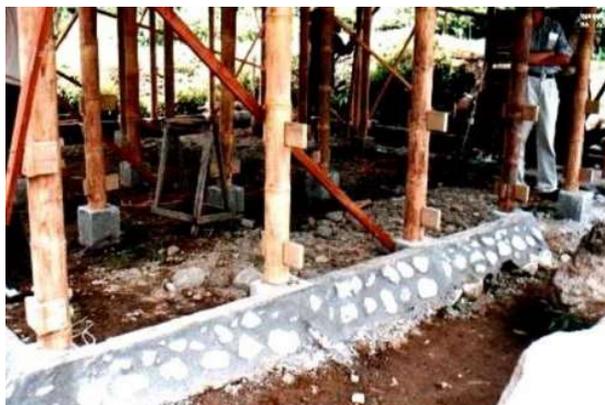


Figura 1: Pilares de bambu apoiados em base de concreto. **Fonte:** Teixeira (2006).

Vigas

As vigas referem-se aos elementos estruturais horizontais que recebem cargas provenientes das lajes, do telhado ou pavimentos superiores, e transmite aos pilares e demais elementos. Pode ser feita através de material alternativo, como o bambu, e assim como qualquer outro elemento construtivo, também necessita de cuidados e tratamento adequado para utilização da peça. O bambu pode ser utilizado tanto como a viga efetivamente, quanto como elemento para a armação para o concreto (EFFTING, 2017).

Vigas de bambu são altamente resistentes e bastante eficazes em casos de abalos sísmicos,

podendo ser produzidas de diversas maneiras, sendo que o comprimento indicado para cada peça é de cerca de três metros, uma vez que quanto maior o seu comprimento, maior a deflexão (TEIXEIRA, 2006).

Telhados

O bambu ainda pode ser utilizado na construção em coberturas, tanto na confecção de caibros, terças e ripas, quanto em tesouras e estruturas especiais, promovendo boa durabilidade e resistência, além de ser um material com benefício voltado à beleza estética. E além de utilizado como estrutura de sustentação do telhado, o bambu também pode ser utilizado como revestimento, ou seja, substituindo as telhas (EFFTING, 2017). Um exemplo de utilização de bambu em telhados é verificado na Figura 2, em um terminal de ônibus em Cali, na Colômbia, onde o bambu além de ser um elemento estrutural, também confere uma beleza arquitetônica. Além de utilização como telha, verificado na figura 3.



Figura 2: Cobertura em bambu de um terminal de ônibus em Cali, Colômbia.

Fonte: Vélez (2015).



Figura 3: Telhas em bambu. **Fonte:** Effting (2017).

Lajes

Silveira (2019) realizou um estudo de lajes com a adição de bambu como elemento estrutural substituindo o aço e garrafas PET para preenchimento (Figura 4), onde verificou que a combinação alcança resistência aproximada de uma laje maciça com os mesmos padrões, no entanto os fatores referentes à aderência e ancoragem do bambu foram fatores que impediram a atuação total do mesmo dentro da laje. Apesar disso, ele não se rompeu, em virtude de sua alta resistência à tração da flexão, através da sua composição fibrosa, no entanto deve-se haver estudos voltados à um tratamento para a aderência do bambu, para que consiga desempenhar sua função estrutural.



Figura 4: Armação de laje com aço, bambu e garrafa PET. **Fonte:** Silveira (2019).

Pisos e forros

As principais partículas industrializadas fabricadas a partir do bambu são as lâminas, as folhas, as fibras e os chips, onde a partir dessas pode-se produzir diversos produtos industriais. As lâminas são indicadas para a fabricação de pisos e forros, as folhas são utilizadas para acabamento, as fibras e os chips produzem materiais semelhantes àqueles provenientes da madeira, como o MDF e o OSB (FERREIRA, 2014).

Os pisos feitos de bambu apresentam alta resistência, são de fácil instalação e fácil manutenção, além de requerer menos manutenções que o piso de madeira. Bem como valorizam o imóvel por promover beleza estética e requinte (Figura 5) (EFFTING, 2017).



Figura 5: Piso em bambu. **Fonte:** Araújo et al. (2019).

Já a utilização de bambus para forros promove uma melhoria da temperatura ambiente, uma vez que o material cria um colchão térmico, permitindo a circulação de ar e troca de calor (PADOVAN, 2010). Um exemplo de forro em bambu é verificado na Figura 6, do aeroporto Barajas em Madri, Espanha.



Figura 6: Forro em bambu e clareiras de vidro no aeroporto Barajas, Madri, Espanha. **Fonte:** Arquitetura Unimar (2012).

Portas e janelas

É possível utilizar o bambu como matéria-prima para diversos tipos de design, uma vez que possui resistência e versatilidade, além de uma beleza estética natural, onde os produtos feitos pelo mesmo são verdadeiras decorações arquitetônicas, formando ambientes harmônicos, leves e elegantes. Dentre os muitos materiais feitos a partir do bambu, é possível produzir portas, janelas e esquadrias (EFFTING, 2017).

Bambucreto

Em consideração à alta resistência à tração do bambu, o mesmo pode ser utilizado como reforço do concreto, em substituição ao aço, sendo uma alternativa viável não somente para a construção civil, como também para o meio ambiente. Assim, o emprego do bambu ao concreto, como se fosse o concreto armado, é conhecido como bambucreto (Figura 7), e sua utilização já é uma realidade em países como Índia, China, Peru, Equador e Colômbia (EFFTING, 2017).



Figura 7: Utilização de bambu em substituição ao aço em concreto armado. **Fonte:** Rodrigues (2015).

A utilização do bambu no concreto armado é uma opção vantajosa não somente pela resistência à tração do mesmo, como também em virtude do seu baixo preço ao comparar com o aço. Apesar de o concreto armado com aço possui uma resistência à tração de 160 MPa, sendo 8 vezes superior ao concreto com bambu que possui 20 Mpa, a massa por volume com o aço é de cerca de 7850 kg/m³, sendo quase 16 vezes superior que a do bambu, que possui entre 500 e 600 kg/m³ (PADOVAN, 2010).

No entanto há ressalvas a serem feitas em relação à utilização do bambucreto, uma vez que em virtude de o módulo de elasticidade do bambu ser baixo, representando apenas 10% do aço, os colmos do bambu só podem substituir o aço em obras que não sejam submetidas a esforços grandes ou aquelas com vãos inferiores a 3,5 metros (SOUZA, 2014).

Apesar dos benefícios do bambucreto, estudos ainda precisam ser realizados de modo a avaliar com maior credibilidade o seu uso, uma vez que o material é pouco utilizado e, portanto, não há muito conhecimento em sua relação, inclusive não sabendo sua vida útil. Além disso, há, ainda, a necessidade de tratamento no mesmo e o uso de outros materiais, como impermeabilizantes para que ele não absorva a água do concreto fresco e não cause rachaduras, o que necessita de maiores estudos para o desenvolvimento de melhores alternativas com o mesmo (FERREIRA, 2002; SILVESTRE FILHO, 2009).

Mobílias

Quando se trata de arquitetura, o bambu ainda pode ser utilizado como obra-prima para a fabricação de artefatos arquitetônicos, podendo ser moldado através da utilização de madeira ou metal para se fazer mobílias planas ou curvas (Figura 8) (MOIZÉS, 2007).



Figura 8: Mobílias em bambu laminado curvo. **Fonte:** Moizés (2007).

Os artigos utilizados para a construção da pesquisa indicam uma maior utilização do bambu como elemento construtivo em países como Colômbia, Peru, Equador, Índia e China, havendo grandes obras arquitetônicas na Colômbia, conforme retratado por Effting (2017).

Apesar de o Brasil ainda não possuir uma larga utilização desse material para a construção civil quando comparado à Colômbia, já há casos de construção praticamente inteiras em bambu no país, conforme aponta Araújo e Santos (2019), como uma casa de bambu na cidade de Hidrolândia – GO (Figura 9).



Figura 9: Casa de Hidrolândia-GO construída com bambu. **Fonte:** Ludwing et al. (2019).

Verifica-se a partir da Figura 9 que a casa possui o bambu como elemento construtivo e estrutural para paredes, vigas, lajes, estrutura do telhado, e até mesmo para apoio para paredes de vedação. O projeto da casa possui cerca de 400m² de área construída, possuindo dois pavimentos, iniciada no ano de 2016 e com grande demora para finalização, em virtude de dificuldades no processo produtivo. A maior parte do trabalho da construção é artesanal, considerando os mínimos detalhes e cuidados exigidos pelo bambu. E por não haver uma normativa regulamentada para a construção de estruturas em bambu no Brasil, a casa foi construída utilizando a norma NBR 7190 – Projeto de Estruturas de Madeira, considerando a semelhança entre as características dos dois materiais (LUDWING et al., 2019).

CONCLUSÕES

O bambu é um material ecológico, sustentável, de rápido crescimento, e de grande resistência que pode ser utilizado na arquitetura e construção civil como substituição de outros elementos. Em virtude das

suas características, como alta resistência à tração da flexão, flexibilidade, baixo peso e baixo custo, o material vem sendo empregado em diversos elementos construtivos, como pilares, vigas, lajes, telhados, telhadas, pisos, paredes, e até mesmo em substituição ao aço no concreto armado.

Estudos indicam que a utilização do bambu nos elementos citados promove bons resultados, no entanto cabe ressaltar que por ser um material ecológico, necessita de tratamento e cuidados especiais para sua utilização. Além disso, não há muito estudos voltados para a definição da utilização de bambu na construção civil, o que acaba limitando os resultados no que se refere às características dos elementos com o mesmo.

Diversos países já utilizam o bambu amplamente em diversas construções como elemento estrutural para vigas, pilares, telhados, entre outros. Havendo um destaque para a Colômbia, considerando que é um país que possui diversas construções com bambu. No Brasil, apesar da utilização do material já ser conhecida, ela ainda não é amplamente divulgada, havendo uma deficiência de conhecimento e dados para embasamento da utilização do mesmo.

Assim, surge a necessidade de maiores pesquisas nacionais quanto à utilização prática do bambu, além da necessidade de maiores aplicações em obras nacionais do mesmo. A arquitetura, por se tratar de uma área voltada para a construção de obras harmônicas, e com design atraente, pode e deve buscar utilizar o bambu como elemento construtivo.

Dada a importância da diminuição de custos na construção civil e da necessidade do desenvolvimento de ideias sustentáveis, a utilização de bambu surge como uma aliada para o futuro da arquitetura e construção civil. Além de ser um material resistente e leve, ele ainda confere uma beleza significativa. A discussão voltada à essa utilização é pertinente e deve ser levantada por outros estudos, de modo a incentivar o Brasil a uma maior utilização do elemento, bem como ao desenvolvimento de normativas nacionais referentes ao mesmo.

Por fim, conclui-se que a metodologia utilizada na presente pesquisa se mostrou satisfatória, permitindo considerar que o bambu é uma alternativa sustentável, viável e com um alto custo x benefício para diversas construções civis, podendo ser utilizada em uma ampla quantidade de elementos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. A. L.; SANTOS, K. H. B.. **Aplicação do bambu na engenharia civil no Brasil**: revisão bibliográfica. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário CESMAC, Maceió, 2019.

CARBONARI, G.. **Bambu: o aço vegetal. Mix Sustentável**, Santa Catarina, v.3, n.1, p.17-25, 2017.

DELGADO, P. S.. **O bambu como material eco-eficiente**: caracterização e estudos exploratórios de aplicações. Ouro Preto, 2011.

EFFTING, E. F.. **Construção civil sustentável**: um estudo sobre a utilização do bambu. Palhoça, 2017.

FERREIRA, G. C. S.. **Vigas de concreto armadas com bambu**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Campinas, Campinas, 2002.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T.. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

LIMA, D. M.. **Bambu laminado colado (Dendrocalamus giganteus) aplicado à treliça plana tipo howe e à viga retangular**. Caruaru, 2013.

LUDWIG, A. H.; SOUZA, L. D.. **Estudo de Caso**: casa de Bambu na Ecovila Mãe Terra. Monografia. (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Anápolis Unievangélica, Anápolis, 2019

MOIZÉS, F. A.. **Painés de bambu, uso e aplicações**: uma experiência didática nos cursos de design em Bauru. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) – Universidade Estadual Paulista, 2007.

MOTA, I. O.; PEREIRA, M. A.; DAMACENA, P. C.; SANTOS, L. C. B.. **Estudo das propriedades físicas e mecânicas do bambu brasileiro (bambusa vulgaris vittata) para aplicação na construção de sistemas hidráulicos alternativos de distribuição de água à baixa pressão.** Volta Redonda, 2017.

MURAD, J. R. L.. **As propriedades físicas, mecânicas e meso-estrutural do bambu Guadua weberbaueri do Acre.** Rio de Janeiro, 2007.

PADOVAN, R. B.. **O bambu na arquitetura: design de conexões estruturais.** Bauru, 2010.

PRAÇA, F. S. G.. Metodologia da Pesquisa Científica: Organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão. **Revista Eletrônica "Diálogos Acadêmicos"**, n.1, p.72-87, 2015.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C.. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** Universidade Feevale. Novo Hamburgo, 2013.

QUEIROZ, L. L. A. S.. **Potencial de uso do bambu na construção civil.** Aracaju, 2014.

SILVESTRI FILHO, J. R.. **Dispositivos de ancoragem em varetas de bambu na associação com o concreto.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

SOUZA, A. P. C. C.. **Bambu na habitação de interesse social no Brasil.** Belo Horizonte, 2002.

ZANELLA, L. C. H.. **Metodologia de Pesquisa.** Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.