

Bambu: aço verde da arquitetura

Bamboo: green steel architecture

Greice Hellen de Novaes Barbalho, Maurício Camargo Ferreira.

Centro Universitário UNIMONTE

Departamento de Exatas - Bacharelado em Engenharia Civil
greiceengenharia@gmail.com, mcfmauricio@hotmail.com

Orientador: Prof. Doutor Juarez Ramos da Silva

(Prof. Doutor nas instituições UNISANTA e Católica UNISANTOS)

juarezramosdasilva@gmail.com

Resumo. A Terra sofre com as ações do homem, que gera danos ao meio ambiente através de exploração de recursos naturais, desmatamento, queimadas, contaminação do solo, gerando condições climáticas adversas, aquecimento global e outras tantas mazelas. Com isso existe uma pressão dos setores da sociedade civil, em prol da preservação do meio ambiente, que contempla, entre outras demandas, a busca por novas alternativas e técnicas, que não apenas minimizem os impactos ambientais, mas também atenuem a exploração exacerbada dos diversos insumos e recursos naturais do planeta. O emprego do bambu nos diversos campos da arquitetura é uma alternativa para o caminho deste desenvolvimento, pois esta planta é um excelente sequestrador de carbono, é um material resistente, leve, versátil e com extraordinárias características mecânicas, físicas e químicas, que lhe permitem várias formas de aplicações ao natural ou processadas. Em muitos casos pode substituir o plástico, metais e a madeira, por ser flexível e apresentar longa durabilidade. O bambu é considerado a madeira do século XXI, pois coopera com a arquitetura sustentável.

Palavras-chave: bambu. meio ambiente. sustentável.

Abstract. The Earth suffers from the actions of man, which causes damage to the environment through exploitation of natural resources, deforestation, burning, soil contamination, generating adverse climatic conditions, global warming and many other ills. With this, there is pressure from the civil society sectors for the preservation of the environment, including the search for new alternatives and techniques, which not only minimize environmental impacts, but also attenuate the exacerbated exploitation of the various inputs and resources of the planet. The use of bamboo in the various fields of architecture is an alternative to the way of this development, because this plant is an excellent carbon sequestrator, is a durable, lightweight, versatile material with extraordinary mechanical, physical and chemical characteristics that allow it several forms of natural or processed applications. In many cases it can replace plastic, metals and wood, being flexible and has a long life. Bamboo is considered the wood of the 21st century, as it cooperates with sustainable architecture.

Keywords: bamboo. environment. sustainable.

Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística

Edição Temática em Comunicação, Arquitetura e Design

Vol. 7 nº 2 – Março de 2019, São Paulo: Centro Universitário Senac ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: revistaic@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

1. INTRODUÇÃO

Os processos de fabricação e aplicação do cal, cimento e aço são os que mais emitem os gases causadores do efeito estufa (GEEs). Por este motivo surge a necessidade de materiais renováveis e sustentáveis, de forma que o bambu se adequa perfeitamente a essas condições atuais, pois é um rápido sequestrador de carbono atmosférico e ainda possui características físicas e mecânicas que o tornam capaz de ser empregado em estruturas que normalmente são produzidas e construídas com madeira de reflorestamento ou nativa.

O bambu é predominantemente tropical, é renovável, sua produção é anual, seu crescimento é rápido, pode ser aplicado em diversos setores e possui centenas de espécies alastradas ou entouceiradas por todo o planeta. O bambu é um dos materiais mais antigos utilizados nas habitações, porém, como material de construção civil e arquitetura, seu início ocorreu a partir de 1987. No Brasil podemos dizer que o ano de 2011 foi um grande marco na linha do tempo do bambu, pois ocorreu a criação da Lei nº 12.484/2011, que institui a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu(PNMCB), que incentivou os produtores rurais a designar terras para cultivar esse vegetal, que até então já era há anos amplamente utilizado na Índia, Colômbia e China. No Oriente, o bambu é conhecido como "ouro verde", e no Brasil, como coisa de pobre.

A planta bambu pode ser considerada e analisada como uma opção ou um material alternativo de baixo custo a ser empreendido e utilizado em grande escala. A cadeia produtiva do bambu pode favorecer ao meio ambiente, gerar empregos no campo e consequentemente renda, aliviando assim a crise econômica que o país vem enfrentando, bem como evitar de pronto, a extração e corte de outras espécies de madeira e materiais os quais pode perfeitamente substituir e com vantagens.

Embora o Brasil possua centenas de espécies de bambu nativa e não nativa (cerca de 232 segundo a Associação Catarinense do Bambu), o conhecimento básico de suas características, propriedades físicas e aproveitamentos, continuam desconhecido no país, o que torna o bambu pouco difundido. A falta de uma normatização específica na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), faz com que o bambu fique no anonimato. E, por isso estudos e pesquisas desde o histórico da espécie brasileiras até a consignação de suas amplas características mecânicas e físicas em campo laboratorial, se tornam necessárias para a credibilidade do bambu em áreas da engenharia e arquitetura.

O presente artigo pretende colaborar para o desenvolvimento do conhecimento necessário para a utilização do bambu na construção civil, na arquitetura, na decoração e áreas afins. Em uma análise de estudo de caso realizou-se um levantamento dos valores gerados em construções que empregam como matéria-prima o bambu em comparação com a madeira e o aço. A partir desta análise, foi possível reunir informações para esboçar um panorama da construção com bambu no Brasil, avaliando-se o bambu como material viável e resistente para emprego em larga escala na arquitetura e seus múltiplos usos, bem como na engenharia civil, com fins estruturais.

2. APRESENTAÇÃO E BREVE HISTÓRICO DO BAMBU

As plantas fazem parte do reino vegetal, e estas são desmembradas progressivamente em família, subfamília e outras categorias até se aproximar da espécie e do gênero.

Bambu é o nome dado a todas as plantas da subfamília *Bambusoideae*, subfamília pertencente à família das gramíneas (chamada *Poaceae* ou *Gramineae*), ou seja, o bambu é mesma família que o trigo, o arroz e a grama.

O bambu é um material que possui uma ampla versatilidade de uso, podendo ser utilizado desde na produção de alimentos, utensílios, artesanatos e até mesmo como elemento estrutural na construção civil.

O bambu é uma tradição nas culturas asiáticas do Japão, China e Indonésia, bem como na América Central e do Sul, principalmente em países como Equador, Venezuela e Colômbia; já no Brasil é um material sem muito valor econômico, cultural ou social, no geral visto como material inferior e “coisa de pobre”. Na figura 1 é possível verificar a distribuição do bambu no mundo.

Figura 1. Distribuição do bambu pelo mundo.



Fonte: MORAIS, 2011 apud LÓPEZ, 2003.

Existem aproximadamente 1.250 espécies e 50 gêneros diferentes de bambus, que geralmente são encontrados com mais facilidade em regiões quentes e com fartas chuvas, ou seja, é comumente localizado em países tropicais e subtropicais, de acordo com (INBAR, 1999).

As espécies encontradas no Brasil são nativas e não nativas, ou seja, existem espécies que nasceram aqui e outras que vieram de outros países durante a colonização do país. As espécies que vieram de outros países para o Brasil, tiveram excelente adaptação e se comportam como nativas (BERALDO, 2016).

Materiais naturais como o bambu não são poluentes, pois não necessitam de consumo de energia e oxigênio desde a plantação até o destino final do produto. Trata-se de um recurso renovável e seu cultivo é de baixo custo. No Brasil as predominâncias climáticas são tropicais e subtropicais; assim, segundo (LLERENA, 2009) “o bambu se depara com extraordinárias condições para crescer e se desenvolver, até mais rápido do que o eucalipto e o pinheiro, tornando-se uma alternativa diferenciada em seus diversos usos e aplicações”.

3. CARACTERÍSTICAS DO BAMBU

Existem bambus de diversos tamanhos, formas e comportamentos. Os bambus podem atingir de 10 cm até 35 metros de altura, e existem várias cores: dourado, verde, preto, amarelo, vermelho, azul, listrado, entre outras cores. É possível também encontrá-los em diversos formatos: quadrados, arredondados, com espinhos, entrenós e maciços. No geral os bambus podem apresentar dois tipos de comportamento: entouceirante e alaistrante (LÓPEZ, 2003).

Os alaistrantes, como o próprio nome já diz, se alaítram, ou seja, eles crescem de maneira mais espalhada, onde cada colmo tem uma separação maior um do outro. Os

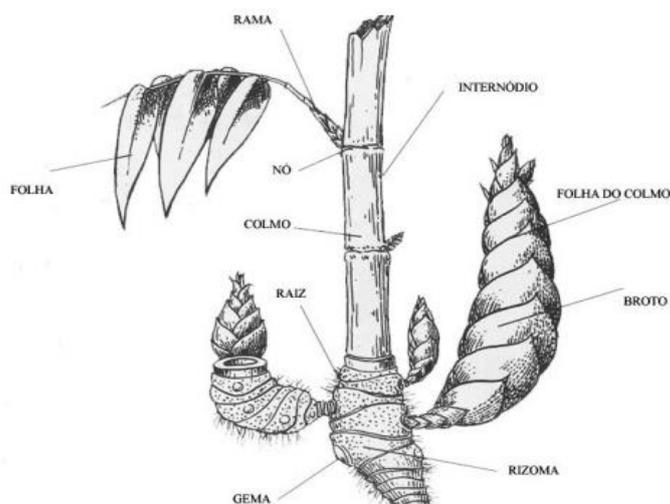
entouceirantes crescem de maneira mais ligada, constituindo moitas locais. Estes são ótimos para paisagismo, se tornam obstáculo para o vento, ruído (cortina vegetal), fechamento de muro ou tão somente para contemplação (LÓPEZ, 2003, p. 550).

Para cultivar o bambu qualquer tipo solo serve, exceto os solos encharcados; o bambu acolhe e adapta-se a todo tipo de terra para crescer, porém apresenta excelentes resultados em terrenos drenados de encostas e arenosos. Todavia, antes de preparar o solo, é necessário realizar coletas de amostras para análise em laboratório habilitado, onde, após a obtenção dos resultados, inicia-se adubação de plantio, (MARÇAL,2008).

A área necessária para esse plantio deve conter no mínimo um hectare (10.000 m²) Medeiros (2013), sendo essa disponibilidade de terreno satisfatória para obtenção de brotos, mudas e colmos. A técnica mais usual para conseguir as mudas é o método vegetativo, ou seja, é uma reprodução assexuada onde a propagação se dá através de estruturas próprias como sementes e rizomas, mas alguns especialistas consideram mais eficiente à técnica de propagação *in vitro*, porém essa metodologia ainda está em fase de pesquisa no Brasil.

Algumas espécies possuem algumas características das árvores, como por exemplo, na parte aérea possui: colmos, ramificações e folhas. Na parte subterrânea possui: raiz e rizoma, conforme demonstra a figura 2.

Figura 2. Composição do bambu.



Fonte: MORAIS, 2011 apud NMBA, 2004.

O fator para determinar o melhor local para plantio é o clima, o qual deve ser tropical ou subtropical. Entre as várias espécies descobertas e existentes no país, é necessário identificar aquela que mais e melhor se adapta às condições climáticas da região onde será plantada, uma vez que o clima e temperaturas, regime de chuvas e sol, nutrientes do solo, ventos e outros, são fatores cruciais de desenvolvimento e crescimento do bambu, que serão de grande importância em suas futuras características mecânicas.

Segundo MARÇAL (2008, p. 33), "aço verde ou madeira do futuro ainda irão revolucionar a construção civil brasileira, e algumas peças de bambu possuem resistência de até 100 MPa e podem operar como elemento estruturante".

A força e resistência desse material podem ser facilmente visualizadas diante das imponentes construções localizadas em países como Japão, China, Vietnã, Colômbia e Espanha, como será exemplificado no item 4 deste artigo.

O bambu é um material natural e cada colmo é único. Dentre suas principais características destacadas pelo doutor GHAVAMI (2001, p.40):

- Compressão: algumas peças de bambu podem suportar tensões mínimas de 20 MPa e superiores a 50 MPa, ultrapassando a resistência dos concretos convencionais. O concreto contém densidade superior a 2 kg/m³ e o bambu apresenta 1/3 desse valor. Dessa forma, se for analisada a resistência em relação à densidade, ou seja, (resistência específica), o bambu se apresenta mais eficiente do que o concreto;
- Tração paralela às fibras: o módulo de elasticidade do bambu gira em torno de 20.000 MPa, cerca de 1/10 do valor obtido pelo aço. Os fios e cabos de bambus trançados proporcionam resistência idêntica ao aço CA-25 (2.500 kgf/cm²), com a vantagem de que o peso do bambu é 90% menor;
- Flexão estática: o bambu oferece rigidez satisfatória para que possa ser empregado em estruturas secundárias, em formato de vigas e treliças.
- Cisalhamento: quanto maior o teor de umidade do bambu, menor é sua resistência ao cisalhamento. Esta resistência fica em torno de 30% da sua resistência à flexão, ou seja, em torno de 32 MPa (variação entre 20 a 65 MPa). A resistência ao cisalhamento longitudinal às fibras é de aproximadamente, 15% de sua resistência à compressão.

O conjunto das vantagens estruturais e os aspectos de consumo energético para a plantio, são os fatores principais para inclusão deste material alternativo no meio construtivo. De acordo com Ghavami (1996, p. 95) "A energia gasta em MJ (Mega Joules) para produzir 1m³ de alguns materiais por unidade de tensão são: bambu 30 MJ, madeira 80 MJ, concreto 240 MJ e aço 1500 MJ", comprovando o menor consumo de energia em MJ na produção do bambu, quando comparado a alguns materiais convencionais como: o aço, o concreto e a madeira. Dentre as diversas aplicações do bambu, destacam-se as que mais movimentam a economia brasileira:

- **Agricultura:** é empregado na irrigação de lavouras e solos, devido à sua estrutura tubular que beneficia a condução de água da fonte até o local da irrigação;
- **Biomassa:** a geração de energia através do bambu, é relativamente recente, ocorrendo principalmente no setor cerâmico, no intuito de reduzir uso de lenha de matas nativas;
- **Carvão:** "O carvão de bambu também é produzido por pirólise, da mesma forma que o carvão convencional (madeira). No Brasil, estão produzindo carvão de bambu em escala piloto, em Alagoas" (RIBEIRO, 2005, p. 103);
- **Culinária:** o broto do bambu possui nutrientes como proteína vegetal, aminoácidos, fósforo, fibras, cálcio, vitaminas. A ingestão regular do chá de bambu estimula os movimentos peristálticos do intestino e estômago, cura e previne doenças cardiovasculares, cânceres, abaixa a pressão sanguínea e a gordura;
- **Componentes para interiores:** o laminado de bambu é produzido em maior escala na Ásia para laminados, mas alguns produtores brasileiros estão importando essa tecnologia construtiva da China.
- **Construção civil:** "O sistema funciona com pré-moldagem de peças de micro concreto, obtida a partir da mistura de borracha de pneu e bambu moídos, cal, cimento e areia, adicionada à malha estrutural de bambu" (DANTAS *et al.*, 2005, p.84). Uso em pilares, colunas, treliças, cúpula geodésica, entre outros;
- **Móveis:** no Brasil há pequenas e médias fábricas de móveis de bambu, principalmente feitos de cana da Índia;
- **Papel:** "O papel é o uso industrial do bambu de maiores proporções no mundo; oferece seis vezes mais celulose que o pinheiro e cresce bem mais rápido. Suas fibras são muito resistentes e têm qualidade igual ou superior à fibra de madeira" (VICTORINO, 2006).
- **Vestuário:** tecidos a base de fibras de bambu (toalhas, meias, camisetas, cuecas e calcinhas), que são macios e hipoalérgicos. Todavia, muitas indústrias, principalmente

as chinesas, usam pasta de celulose de bambu ou outro vegetal em pequena quantidade e muita viscosa, o que torna o produto enganoso.

O ingresso e a disseminação do bambu como material de construção civil no Brasil, se amparados por políticas, poderão gerar muitas novas ocupações e renda, a partir da concepção de uma nova cadeia produtiva desse material.

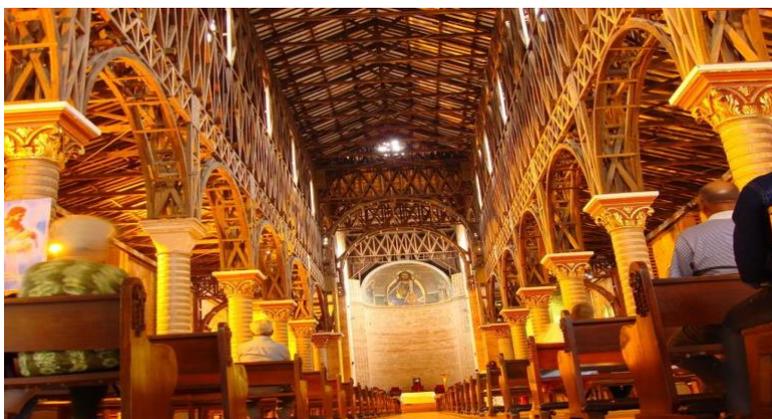
4. BAMBU APLICADO NA ARQUITETURA

A utilização do bambu em escala mercantil como matéria-prima de engenharia e arquitetura é economicamente viável e requer estudo científico sistemático. Para melhor complemento se faz necessário o entendimento de processos de plantio, safra, cura, tratamento e pós-tratamento, incluindo análises das propriedades físicas mecânicas de todo o colmo do bambu. Em grandes obras de arquitetura e engenharia de países como Equador, Colômbia e China, as espécies de Bambu mais preconizadas para aplicação estrutural são os bambus dos gêneros *Dendrocalamus* (batizado de bambu gigante), *Guadua* (popular no Brasil como Taquaruçu) e *Phyllostachys pubescens* (conhecido como Mosô). São essas espécies de bambus que proporcionam melhores características mecânicas e físicas, deste modo se tornam as espécies mais apropriadas para usos estruturais e arquitetônicos.

Destacam-se a seguir alguns exemplos do uso do bambu em obras arquitetônicas, que aprovam sua potencialidade:

- Colômbia: a estrutura interna possui 13.503 peças de madeira, que sustentam o teto da Catedral de Pereira, esta é uma de suas características mais atrativas. As estruturas internas e externas da Catedral são construídas com bambu.

Figura 3. Catedral de Pereira na Colômbia.



Fonte: VÉLEZ, 2002.

- Vietnã: a cafeteria *Kontum Indochine* é uma edificação cercada por um lago raso e artificial, emoldurada pelos arcos de bambu. A cafeteria é composta por 15 colunas cônicas, totalmente construídas de bambu.

Figura 4. Cafeteria no Vietnã



Fonte: OKI, 2013.

- Espanha: o Terminal 4 do Aeroporto Internacional de Barajas, em Madri, com circulação estimada em 35 milhões de pessoas por ano possui uma cobertura curvilínea de aço e chapas de alumínio, que foi forrada com bambu. As vigas em S, dão movimento ao conjunto, e contribuem para entrada azimutal de luz. A predominância do material natural bambu quebra a robustez do aço, proporcionando uma atmosfera tranquila. Projeto do Richard Rogers.

Figura 5. Aeroporto na Espanha.



Fonte: CAMACHO, 2007.

5. HISTÓRIA DA ARQUITETURA NO BRASIL

Na história do Brasil algumas abordagens mais contemporâneas ponderam que, quando os portugueses aportaram no Brasil, as terras já eram habitadas e os nativos, assim como outros povoados, tinham edificado seus abrigos e conseqüentemente formaram comunidades. A primeira menção à arquitetura no Brasil foi encontrada na expedição de Cabral, a qual é possível verificar na carta de Pero Vaz de Caminha, que descreve as comunidades indígenas que aqui encontraram, e são explanadas em Braga (2015, p.103), como:

[...]Haveria nove ou dez casas, as quais diziam que eram tão compridas cada uma, como esta nau capitânia⁴. E eram de madeira, e das ilhargas de tábuas, e cobertas de palha, de razoável altura; e todas de um só espaço, sem repartição alguma, tinham de dentro muitos esteios; e de esteio a esteio uma rede atada com cabos em cada esteio, altas, em que dormiam. E de baixo, para se aquecerem,

Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística - Vol. 7 nº 2 - Março de 2018

Edição Temática em Comunicação, Arquitetura e Design

faziam seus fogos. E tinha cada casa duas portas pequenas, uma numa extremidade, e outra na oposta. E diziam que em cada casa se recolhiam trinta ou quarenta pessoas...

Após o relato descrito na carta de Pero Vaz de Caminha seria adequado dizer que a história da engenharia e arquitetura brasileiras, se iniciou muito antes da chegada dos portugueses ao país. Com a colonização o bambu começou a ser utilizado pelos colonizadores de modo estrutural, foi nomeado por eles de taipa de mão ou pau-a-pique.

6. APLICAÇÃO DO MOSÔ NA ARQUITETURA

Foram realizados estudos e ensaios com o gênero específico do bambu *Phyllostachys pubescens*, que é conhecido como Moso, Mosô ou Mosó; que é nativo da China e chegou ao Brasil durante a colonização portuguesa. A escolha se deu pela facilidade na localização na baixada santista, mais especificamente na cidade de Bertioga/SP, além disso, esta classe se habitua aos mais distintos climas e altitudes do nosso país.

Devido a seu comportamento ser alastrante, para seu melhor cultivo esta espécie prefere solos férteis e permeáveis, especialmente quando novos. O Mosô se desenvolve melhor a sol integral e admite plantio em interiores, desde que iluminados. Necessita de regas semanais, seu crescimento tem, em média, altura de 20 m, seus colmos podem chegar a 15 cm (BERALDO, 2016, p. 55). A reprodução dessa espécie se dá pelo nascer de novos colmos pelo rizoma, o que interliga muitos colmos entre si. Desse modo os primeiros colmos são mais finos, e assim que o número de colmos aumenta, sua espessura e altura também aumentam. A aplicação dessa espécie de bambu tem se expandido muito no Brasil, e sua utilização tem sido frequentemente em escritórios e residências. O tronco do bambu Mosô é o seu maior encanto, pois ele é comumente modelado e encurvado, para que permaneça com uma aparência interessante. O bambu Mosô possui diversas bitolas, diâmetros (\emptyset) e paredes. Algumas bitolas chegam até 17 cm, o que os torna mais resistentes. A figura 6 demonstra sua espessura.

Figura 6. Bambu Mosô.



Fonte: DOS AUTORES, 2017.

7. APLICAÇÃO DO MOSÔ EM UMA EDIFICAÇÃO NO RIO DE JANEIRO

No Parque Estadual da Serra da Tiririca, próximo a cidade de Niterói, se encontra uma casa edificada com a técnica ecossustentável, ainda muito infrequente nos costumes brasileiros. Na concepção residencial de 255 m², obra da arquiteta Celina Llerena, a evidência primordial é o emprego do bambu como principal material construtivo: tanto na estrutura quanto nas paredes dos ambientes, contra marcos de janelas e portas.

Nessa edificação do Rio de Janeiro, o Bambu empregado foi o *Phyllostachys pubescens*, o Mosô.

A armação da casa adota um princípio básico de soleiras e pilares. Esses pilares são como um tipo do esqueleto da casa: na fachada frontal são oito pilares estruturais e mais dois na fachada lateral, ambos construídos inteiramente de bambu.

Nesta edificação as estruturas são divididas da seguinte maneira: a central para edificar as paredes, portas e janelas, juntamente a externa para base do beiral. Já as estroncas amparam o alicerce da cobertura.

Esta construção com bambu suportou um vão livre central de 6m, vinculando a cozinha e a sala de estar. Construções de estruturas com bambus são resistentes e mais leves, particularidades essas distintas das residências convencionais.

Para a fundação foi necessário manter a base do bambu de 40 a 50 cm acima da superfície do solo, de forma a impedir o contato com a umidade que ascende por capilaridade, bem como de impedir o encontro direto com chuva e sol, em estruturas como os beirais.

Utilizou-se outros materiais construtivos, como: pedras para revestimento em uma das fachadas laterais; eucalipto na rampa de acesso.

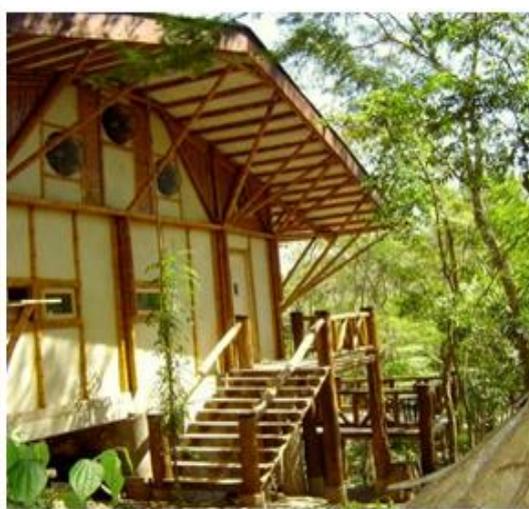
Para rematar o arquétipo ambiental dessa edificação, no telhado foi confeccionado um jardim. Na cobertura instalou-se as mesmas chapas de ferro mencionadas acima, as quais foram parafusadas no próprio bambu, com uma camada de argamassa com aproximadamente 4 cm. O material foi coberto com uma capa de geotêxtil, e adicionada uma camada de 6 a 7 cm de terra. Nesta terra foram depositadas as gramas e os arranjos com bromélias, conforme demonstram as figuras 7 e 8.

Figura 7. Estrutura da casa.



Fonte: MARTINEZ, 2009.

Figura 8. Casa.



Fonte: LLERENA, 2009.

8. COMPARATIVO CONCRETO ARMADO X BAMBUCRETO

Pesquisadores da PUC-Rio, em 1979 dirigiram ensaios em colunas construídas de bambu, e compararam-nas com as de aço, ambas utilizadas em viadutos distintos, (GHAVAMI, 1996). Depois de 30 anos, esses pesquisadores notaram que o aço ficava gravemente deteriorado pela corrosão, e confrontaram com a coluna de bambucreto, que depois de 15 anos permanecia em condições satisfatórias.

Com base nessas informações se realizou um levantamento de custos comparativos entre um pilar de seção circular (coluna) de concreto armado com um de bambucreto nas mesmas dimensões e espessuras. O pilar de seção circular de concreto armado (coluna) possui 35 cm de diâmetro médio, com cimento CP25, classe de agressividade ambiental II e tipo de ambiente urbano; a brita utilizada foi a número 1, consistência S100 dosado em central; a concretagem foi com bomba; o aço é o CA-50A. Piso de até 3 m de altura livre, constituído por superfície moldante de fôrmas de papelão cilíndricas descartáveis, sarrafos de madeira serrada e estrutura suporte vertical de escoras apuradoras metálicas. O custo da coluna de concreto armado é expresso na Tabela 1.

Tabela 1. Custo de um pilar (coluna) de concreto armado.

PILAR (COLUNA) CIRCULAR DE CONCRETO ARMADO					
Insumo	Un	Descrição	Rend.	Preço unitário	Preço Insumo
mt08ebr050	m	Sarrafo de madeira serrada, de pinus (pinus spp), de 2,5x7 cm, de 2ª qualidade, segundo ABNT NBR 11700.	9,029	3,00	27,09
mt07aco070f	kg	Aço em barras nervuradas, CA-50, de vários diâmetros, segundo ABNT NBR 7480.	126,000	3,89	490,14
mt08ebr110ae	m	Fôrma de papelão cilíndrica descartável, para pilares de concreto, de até 3 m de altura e 35 cm de diâmetro médio.	10,400	72,02	749,01
mt07aco020b	Un	Separador certificado para pilares.	12,000	0,12	1,44
mt08var050	kg	Arame galvanizado para atar, de 1,30 mm de diâmetro.	0,840	2,51	2,11
mt08ebr035a	Un	Escora apuradora metálica, telescópica, com extremidades articuladas, de até 3 m de comprimento.	0,085	65,21	5,54
mq06bhe010	h	Caminhão bomba estacionado na obra, para bombeamento de concreto. Inclusive parte proporcional de deslocamento.	0,158	384,47	60,75
mt10haf080iec	m³	Concreto C25 classe de agressividade ambiental II e tipo de ambiente urbano, brita 1, consistência S100, segundo ABNT NBR 8953.	1,050	322,16	338,27
mo043	h	Armador.	0,976	18,71	18,26
mo091	h	Ajudante de montador de fôrmas.	2,130	15,11	32,18
mo044	h	Montador de fôrmas.	2,130	18,71	39,85
mo090	h	Ajudante de armador.	1,084	15,11	16,38
mo045	h	Oficial de trabalhos de concretagem.	0,113	18,71	2,11
mo092	h	Ajudante de trabalhos concretagem.	0,452	15,11	6,83
				Custo Total:	R\$ 1.789,96

Fonte: Modificado de SINAPI, 2017.

Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística - Vol. 7 nº 2 - Março de 2018

Edição Temática em Comunicação, Arquitetura e Design

O outro pilar de seção circular (coluna) é de bambucreto, possui 35 cm de diâmetro médio, seu concreto é de classe C25, com agressividade ambiental II e tipo de ambiente urbano; a brita utilizada foi a número 1, consistência S100 dosado em central; a concretagem ocorreu com bomba. Piso de até 3 m de altura livre, constituído por superfície moldante de fôrmas de papelão cilíndricas descartáveis, sarrafos de madeira serrada e estrutura suporte vertical de escoras aprumadoras metálicas. O custo desse pilar de bambucreto é expresso na Tabela 2.

Tabela 2. Custo de um pilar (coluna) de bambucreto.

PILAR (COLUNA) CIRCULAR DE BAMBUCRETO					
Insumo	Um	Descrição	Rend.	Preço unitário	Preço Insumo
mt08ebr050	M	Sarrafo de madeira serrada, de pinus (pinus spp), de 2,5x7 cm, de 2ª qualidade, segundo ABNT NBR 11700.	9,029	3,00	27,09
N/A	Um	Vara de bambu <i>Phyllostachys pubescens (Mosô)</i>	5,000	10,00	50,00
mt08ebr110ae	M	Fôrma de papelão cilíndrica descartável, para pilares de concreto, de até 3 m de altura e 35 cm de diâmetro médio.	10,400	72,02	749,01
mt07aco020b	Um	Separador certificado para pilares.	12,000	0,12	1,44
mt08var050	Kg	Arame galvanizado para atar, de 1,30 mm de diâmetro.	0,840	2,51	2,11
mt08ebr035a	Um	Escora aprumadora metálica, telescópica, com extremidades articuladas, de até 3 m de comprimento.	0,085	65,21	5,54
mq06bhe010	H	Caminhão bomba estacionado na obra, para bombeamento de concreto. Inclusive parte proporcional de deslocamento.	0,158	384,47	60,75
mt10haf080iec	m ³	Concreto C25 classe de agressividade ambiental II e tipo de ambiente urbano, brita 1, consistência S100, segundo ABNT NBR 8953.	1,050	322,16	338,27
mo043	H	Armador.	0,976	18,71	18,26
mo091	H	Ajudante de montador de fôrmas.	2,130	15,11	32,18
mo044	H	Montador de fôrmas.	2,130	18,71	39,85
mo045	H	Oficial de trabalhos de concretagem.	0,113	18,71	2,11
mo092	H	Ajudante de trabalhos concretagem.	0,452	15,11	6,83
			Custo Total:	R\$ 1.333,44	

Fonte: Modificada de SINAPI, 2017.

Com base nos valores extraídos da Tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), foi possível observar que o pilar (coluna) de bambucreto proporcionou uma economia de **R\$ 456,52**, ou seja, a construção de apenas um pilar (coluna) gera uma economia de cerca de 25,50%.

Com isso é possível perceber que o pilar (coluna) de bambucreto pode ser empregado em pilares (colunas) gerando uma agressividade ambiental II do tipo de ambiente urbano. Em termos econômicos o bambucreto é mais econômico do que o aço.

9. ENSAIOS DE COMPRESSÃO EM BAMBU MOSÔ

Como parte da pesquisa abordada neste artigo, foram realizados também ensaios de compressão no Laboratório de Engenharia Civil do Centro Universitário UNIMONTE, situado na Rua Comendador Martins, nº52, Vila Mathias, em Santos, em 2017. Os testes foram realizados com amostras de bambu Mosô.

Os ensaios de compressão são empregados quando se almeja avaliar o comportamento de um material submetido a grandes e permanentes deformações, basicamente este ensaio consiste na aplicação de uma carga compressiva uniaxial, ou seja, uma força axial para dentro, que é disseminada de maneira uniformemente distribuída em toda seção transversal do Corpo de Prova (Tensão = Força/Área).

Para validação de toda e qualquer experiência, é necessário averiguar se o equipamento que será utilizado possui o selo de qualidade e calibração recente. O experimento só será deferido se estiver dentro dos requisitos estabelecidos pela ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaios e calibração. Nos testes realizados, o equipamento utilizado foi da marca **Solotest**, denominado prensa eletrohidráulica Serial: NO 1303AT 171012, calibrada na data 23/10/2016, pela (RBC) Rede Brasileira de Calibração.

O primeiro ensaio ocorreu na data 07 de abril de 2017 às 18h:30m; os corpos de prova de bambu possuíam a idade de 8 anos e 5 meses e os valores obtidos no ensaio estão nas figuras 9 e 10.

Figura 9. Primeiro e segundo teste de compressão axial.



Fonte: DOS AUTORES, 2017.

Figura 10. Terceiro e quarto teste de compressão axial.



Fonte: DOS AUTORES, 2017.

Com os valores obtidos no primeiro ensaio de compressão, utilizou-se as áreas e diâmetros das peças, para chegar ao valor dos testes em MPa que é a unidade de medida padrão em ensaios de Corpos de Provas (CPs), conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Transformando tf em MPa no primeiro ensaio.

ENSAIO DE COMPRESSÃO REALIZADO DIA 07 DE ABRIL DE 2017							
Dados para transformações: (1 tf = 1000 Kgf) (0,10 Kgf = 1 N) (1 N/m ² = 1 Pa) (10 ⁶ Pa = 1 MPa)							
N° do corpo de prova	Valor do ensaio	Diâmetro	$\pi \cdot d^2 / 4$	Conversões			
	Força tf	cm	Área cm ²	Pressão tf/cm ²	Pressão em kgf/cm ²	Pressão N/m ²	Pressão em MPa
1°	15,15	9	63,62	0,24	238,14	23814295,19	23,81
2°	14,70	10	78,54	0,19	187,17	18716621,31	18,72
3°	15,87	10	78,54	0,20	202,06	20206311,57	20,21
4°	16,44	11	95,03	0,17	172,99	17299221,58	17,30

Fonte: DOS AUTORES, 2017.

O segundo ensaio ocorreu na data 27 de abril de 2017 às 17h:00m. Os CPs, possuíam a idade de 4 anos e 9 meses e os valores obtidos no ensaio estão nas figuras 11 e 12.

Figura 11. Primeiro e segundo teste de compressão axial.



Fonte: DOS AUTORES, 2017.

Figura 12. Terceiro e quarto teste de compressão axial.



Fonte: DA AUTORA, 2017.

Com os valores obtidos no segundo ensaio de compressão axial, mais os valores dos diâmetros das peças de bambu Mosô, foram obtidas as áreas, e com isso foi possível

chegar aos valores dos testes em MPa (Mega Pascal) que é a unidade de medida padrão em ensaios de Corpos de Provas (CPs), conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Transformando tf em MPa no segundo ensaio.

ENSAIO DE COMPRESSÃO REALIZADO DIA 27 DE ABRIL DE 2017							
Dados para transformações: (1 tf = 1000 Kgf) (0,10 Kgf = 1 N) (1 N/m ² = 1 Pa) (10 ⁶ Pa = 1 MPa)							
N° do corpo de prova	Valor do ensaio	Diâmetro cm	$\pi \cdot d^2 / 4$ Área cm ²	Conversões			
	Força tf			Pressão tf/cm ²	Pressão em kgf/cm ²	Pressão N/m ²	Pressão em MPa
1°	69,26	10	78,54	0,88	881,85	88184570,87	88,18
2°	69,74	11	95,03	0,73	733,85	73384897,40	73,38
3°	71,95	10	78,54	0,92	916,10	91609585,24	91,61
4°	69,99	11	95,03	0,74	736,48	73647963,42	73,65

Fonte:

DOS AUTORES, 2017.

O terceiro ensaio foi realizado na data 08 de maio 2017 às 20h:00m; esses Corpos de Prova de bambu possuíam a idade de 3 anos e 2 meses e os valores obtidos se encontram nas figuras 13 e 14.

Figura 13. Primeiro e segundo teste de compressão axial.



Fonte: DOS AUTORES, 2017.

Figura 14. Terceiro e quarto teste de compressão axial.



Fonte: DOS AUTORES, 2017.

Com os valores verificados no terceiro ensaio de compressão axial, foram obtidos os valores em MPa que é a unidade de medida padrão em ensaios de Corpos de Provas, conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Transformando tf em MPa no terceiro ensaio.

ENSAIO DE COMPRESSÃO REALIZADO DIA 08 DE MAIOR DE 2017							
Dados para transformações: (1 tf = 1000 Kgf) (0,10 Kgf = 1 N) (1 N/m ² = 1 Pa) (10 ⁶ Pa = 1 MPa)							
Nº do corpo de prova	Valor do ensaio	Diâmetro cm	$\pi \cdot d^2 / 4$ Área cm ²	Conversões			
	Força tf			Pressão tf/cm ²	Pressão em kgf/cm ²	Pressão N/m ²	Pressão em MPa
1º	90,03	11,5	103,87	0,87	866,77	86676564,24	86,68
2º	90,52	11	95,03	0,95	952,51	95250945,12	95,25
3º	92,20	11,5	103,87	0,89	887,66	88765736,12	88,77
4º	97,94	12	113,10	0,87	865,98	86597972,92	86,60

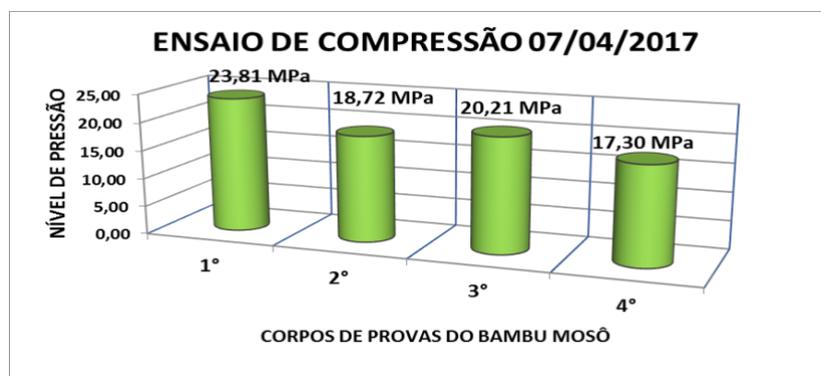
Fonte: DOS AUTORES, 2017.

10. ANALISANDO OS ENSAIOS DE COMPRESSÃO

A seguir são detalhados e organizados os dados coletados no transcorrer dos ensaios realizados nos Corpos de Provas (CPs), com a finalidade de responder ao objetivo proposto. Na primeira parte, apresentamos os Gráficos referentes aos ensaios de compressão e na segunda parte, um Gráfico comparativo referente às idades dos CPs ensaiados.

Com base nos dados obtidos nos ensaios de compressão realizados, foi possível obter os níveis de pressões ($P = F/A$) e com estes valores, elaborar um Gráfico conforme a Figura 15 ilustra. Esses CPs possuíam 8 anos e 4 meses.

Figura 15. Resultado do primeiro ensaio.



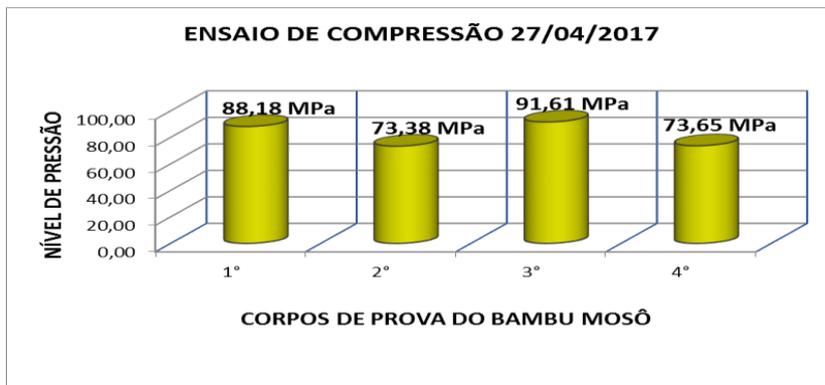
Fonte: DOS AUTORES, 2017.

Analisando os dados obtidos nos ensaios, observou-se que 2 dos 4 CPs de bambu Mosô não atingiram a resistência mínima necessária, pois (MARÇAL *apud* LOPEZ, 1974, p.60) "A resistência à compressão situa-se na faixa de 20 MPa a 120 MPa". Se obteve 18,72 MPa em um e 17,30 MPa no outro; neste caso essas peças não podem ser utilizadas em estruturas, mas poderão ser aproveitadas em revestimento, laminados, papel, utensílios, entre outros. É atribuída essa baixa resistência à compressão axial à idade do bambu, pois este já passou de sua fase de maturação.

A curva média de tensão-deformação do primeiro ensaio, situou-se na faixa 20,01 MPa, um comportamento quase que linear.

No segundo ensaio de compressão (vide expressões e figuras elucidadas anteriormente), foi possível obter os níveis de pressões e com estes elaborar um gráfico conforme a figura 16 ilustra. Esses elementos dos Corpos de Provas possuíam idade de 4 anos e 9 meses.

Figura 16. Resultado do segundo ensaio.

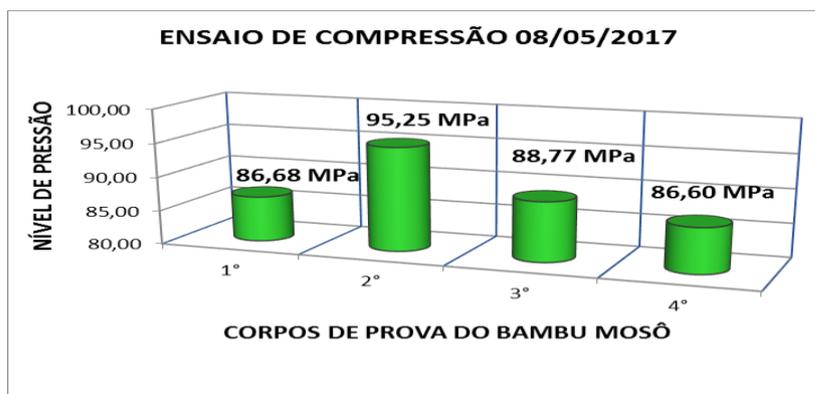


Fonte: DOS AUTORES, 2017.

A curva média de tensão x deformação do segundo ensaio, situou-se na faixa 81,71 MPa, um comportamento quase que linear.

No terceiro ensaio de compressão (vide expressões e figuras elucidadas anteriormente), foi possível obter os níveis de pressões e com estes elaborar um gráfico conforme a figura 17 ilustra. Esses Corpos de Provas possuíam 3 anos e 2 meses de idade.

Figura 17. Resultado do terceiro ensaio.



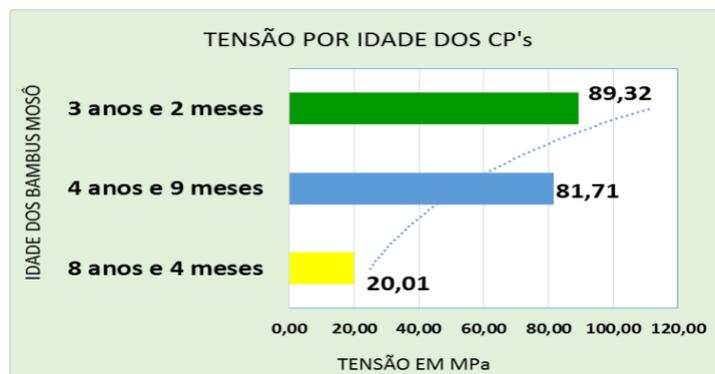
Fonte: DOS AUTORES, 2017.

A curva média de tensão x deformação do terceiro ensaio, situou-se na faixa 89,32 MPa, um comportamento quase que linear.

11. ANÁLISE COMPARATIVA DE IDADE

Com dois anos de idade o bambu é avaliado como imaturo ou “verde”, pois seu material lenhoso ainda se encontra maleável, ou seja, não lignificado. Por isso o bambu nessa idade, é empregado para cestaria, ou outras aplicações onde sejam necessárias curvar ou tramar o bambu. Segundo Nogueira (2012) “O colmo do bambu adequado para uso em artesanato, movelaria e construção é aquele com mais de 3 anos, considerado maduro. Nessa idade o bambu está rígido o suficiente (lignificado) para ser utilizado em tarefas pesadas”. Com base nessas informações ensaiou-se CPs com idades de 3, 4 e 8 anos, no intuito de averiguar e comprovar cientificamente esta afirmação. O resultado está expresso na figura 18.

Figura 18. Comparativo de idades x Resistência (MPa).



Fonte: DOS AUTORES, 2017.

Analisando-se os resultados obtidos e comprando-os, é possível concluir que quanto menor a idade do bambu, maior é sua resistência de tensão x deformação. Já os CPs com maior idade, perdem essa característica de suportar maiores cargas de compressão.

Todavia, esses resultados devem ser encarados com certa prudência, uma vez que os fatores de resistência à compressão, além da idade, dependem também do tipo e origem do bambu, dimensões das paredes internas do CP, teor de umidade da amostra e outras condições de contorno do experimento.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a iniciação científica abordada neste artigo, foi possível ter uma real compreensão do que é trabalhar com um material natural e, a escolha do bambu não se aplica somente devido a este ser um material ecologicamente correto, mas também ao comportamento da planta como um material construtivo de elevado quilate.

O estudo da anatomia, propriedades físicas e mecânicas dos materiais potencialmente aplicáveis, deve estar em primeira ordem na elaboração e execução de qualquer projeto, para que assim obtenha-se os resultados desejados e esperados.

Essa planta vêm sendo considerada o ouro verde do século XXI, pois suas características e propriedades, aliadas ao cunho sustentável a tornaram muito respeitada em outros países.

Nos últimos anos vem sendo comprovado por muitas instituições e pesquisadores independentes por todo mundo que o bambu possui resistência e durabilidade para ser empregado em procedimento tradicional, contemporâneo e de substituição total ou parcial dos materiais habituais, e como comprovado pelos resultados desta pesquisa, o bambu pode ser aplicado em colunas, pilares e peças que sejam solicitadas aos esforços de compressão axial, tendo vista que a resistência se enquadra nas mínimas que foram normatizadas para utilização do concreto, sendo este 25 MPa.

Com grandes e positivos aspectos, a utilização do bambu na arquitetura e engenharia, destacam-se pois o bambu possui as seguintes vantagens: é um material considerado sustentável e renovável, pois apresenta baixo consumo de energia em sua produção e gerando poucos resíduos; suas características marcantes são rapidez de crescimento e a alta produtividade por hectare (10.000 m²), bem como se adapta aos vários tipos de climas e solos brasileiros; é um material construtivo que permite a preservação do meio ambiente, pois sequestra o gás carbônico que é um dos responsáveis pelo aumento do

efeito estufa e protege o solo de erosões; possui características mecânicas e físicas, com alta capacidade estrutural; contribui indiretamente para a redução do consumo de madeiras nativas, que geralmente são aplicadas em estruturas de coberturas, pisos, escadas e entre outros; possui *design* arquitetônico e estético natural e leve, quando empregado em sua forma natural; é um recurso natural que não exige transformação industrial para uso na construção civil, via de regra.

Apesar de o Brasil possuir cerca de centenas de espécies nativas e não nativas, o conhecimento básico de suas potencialidades e aproveitamento continuam pouco conhecidos, tornando o bambu pouco difundido. Além disso falta uma normatização brasileira para essa madeira. Porém o desempenho do bambu no âmbito ecológico, convida a que este recurso seja melhor apropriado pela arquitetura e engenharia brasileiras. O estudo da planta reunido aos ensaios de compressão axial realizados, demonstraram que é possível e viável a apropriação do bambu como um material construtivo arquitetônico.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. (1994). NBR 5738:2015 – Concreto procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Método de ensaio. Rio de Janeiro.

BERALDO, L.A. e PEREIRA, R.A.M. **BAMBU DE CORPO E ALMA**. Canal 6 Editora. Bauru-São Paulo, 2016. p.52 – 252.

BRAGA, R. **Carta ao Rei D. Manoel-Pero Vaz de Caminha**. Rio de Janeiro, 2015. Editora BestBolso. 51 p.

DANTAS, A.B. et al. **O uso do bambu na construção do desenvolvimento sustentável. Instituto do Bambu**. Maceió. Instituto do Bambu, 2005. 84p.

FETT, M.S. **Resposta Técnica. Serviço Brasileiro de Normas Técnicas** - 2005. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 26/04/2017.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A.B. **Determinação das propriedades dos bambus das espécies: mosó, matake, Guadua angustifolia, Guadua tagoara e Dencrocalamus giganteus para utilização na engenharia**. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Mai. 2001. 40 p.

GHAVAMI, K. **Desenvolvimento de Elementos Estruturais Utilizando-se Bambu**. Habitat Brasil 96 - Feira da Habitação Urbana, 1. Florianópolis, Brasil. 1996, Anais. Florianópolis, Brasil, 19 p.

GHAVAMI, K. **Estruturas de concreto armadas com bambu**. In: Colóquio sobre Estruturas de Concreto Armado e protendido, v.1. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1990, 149-175p.

GHAVAMI, K. **Bambu: Um material alternativo na Engenharia**. In: Revista do Instituto de Engenharia. São Paulo: Engenho Editora Técnica, 1992, n.192, 13-27 p.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema nacional de pesquisa de custo e índices da construção civil**, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/647>> Acesso em: 05/03/2017.

Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística - Vol. 7 nº 2 – Março de 2018

Edição Temática em Comunicação, Arquitetura e Design

INBAR. **The International Network on Bamboo and Rattan**. International Model Building Code for Bamboo. January, 1999. p.100. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/311588385_INBAR_Working_Paper_79_Grading_of_Bamboo> Acesso em: 09/08/2017.

JUNIOR, M. L. C. **Recomendação para projeto de piso de Bambu Laminado Colado - BLC**.2008. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

LLERENA, C. **Arquitetura e Urbanismo, Editora PINI** - Uma casa de bambu em Parque Estadual de Niterói. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/noticias/uma-casa-de-bambu-em-parque-estadual/>> Acesso em: 17/05/2017.

LÓPEZ, O. H. **Bambu su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería, artesanía**. Colombia: Italgaf, 1974. 35 p.

LÓPEZ, O. H. **Bamboo, The gift of the gods**. Bogotá: Bamboscar, 2003. 553 p.

LÓPEZ, O. H. **Manual de construcción con bambu: Dicas sobre encaixes e amarras de bambu**. CIBAM. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes. 2001. 1p

MARÇAL, V.H.S. **Uso do bambu na construção civil**. Brasília, 2008. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/tratamentobambu_vitor_hugo_marcal.pdf> Acesso em: 29/04/2017.

MARQUES, J. **Construções em Bambu, baixo custo e alto desempenho**. Paraná, 2017. Disponível em: <<http://www.iarq.com.br/bambu/>> Acesso em: 19/03/2017.

MARTINEZ, V. **Arquitetura e Urbanismo, Editora PINI**-Uma casa de bambu em Parque Estadual de Niterói. Rio de Janeiro, 2009 Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/noticias/uma-casa-de-bambu-em-parque-estadual/>> Acesso em: 17/05/2017.

MEDEIROS, M. **Como plantar bambu. A diversidade de funções garante a comercialização da planta, uma das mais antigas e mais difundidas em todo o planeta**. Sorocaba,2013. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-plantar/noticia/2013/12/como-plantar-bambu.html>> Acesso em: 11/10/2017.

MORAES, J. C. T. B. (org.) **500 Anos de Engenharia no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2005.

MORAIS, W. W. C. **Propriedades físico-mecânicas de chapas aglomeradas produzidas com bambu, pinus e eucalipto**. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

____NBR11700: 1991 - **Madeira serrada de coníferas provenientes de reflorestamento para uso geral** – Classificação;

____NBR 7480: 2008 – **Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado** – especificação;

____NBR 8953:2015 - **Concreto Para Fins Estruturais - Classificação por Grupo de Resistência;**

____NBR 5738:2015 - **Concreto procedimento para moldagem e cura de Corpos de Prova;**

____NBR ISO/IEC 17025:2005: **Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaios e calibração;**

____NBR 5738:2015 - **Concreto procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Método de ensaio.** Rio de Janeiro.

NOGUEIRA, C. **Bambu: Construção sustentável.** São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://kanelabambu.com.br/category/blog-kanela-bambu/>> Acesso em: 04/06/2017.

NUNES, J. **Instituto Nunes Bambu.** São Paulo-Bertioga, 2017. Disponível em: <nunes@bambus.com.br> ou <contato.bambus@gmail.com>.

OKI, H. **Arquitetura em bambu, uma construção totalmente feita de bambu.** São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://blogaecweb.com.br/arquitetura-em-bambu/>> Acesso em: 19/03/2017.

PEREIRA, A. **A primeira casa popular em bambu do Brasil.** Alagoas, 2003. Disponível em: <<http://www.al.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/AL/alagoas-ganha-a-primeira-casa-popular-em-bambu-do-brasil,fc45be51bf967410VgnVCM1000003b74010aRCRD>> Acesso em: 05/03/2017.

PEREIRA, C. O. C. **Bioconstruções com bambu.** São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://caroldaemon.blogspot.com.br/2013/07/bioconstrucoes-com-bambu.html>> Acesso em: 19/03/2017.

PEREIRA, L. M. L. **Sistema Confea/Creas - 75 anos construindo uma nação.** Brasília, 2008. 252p.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A.L. **Bambu de corpo e alma.** Bauru, SP, Editora Canal6, 2007. 240 p.

PEREIRA, M. A. R.; SILVA, C. L.; ARAÚJO, J. A. C. (1993). **Características dos colmos do bambu gigante utilizados como tubulação em um sistema de irrigação por aspersão.** In: XXII CONBEA - Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (Anais). Ilhéus, Bahia, v.IV, Jul., p.2359-2370.

RIBEIRO, A.S. **Carvão de bambu como fonte energética e outras aplicações. Instituto do Bambu.** Maceió. Instituto do Bambu, 2005. p.100-109.

SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - **Preços e custos de referência.** São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>> Acesso em: 06/06/2017.

VÉLEZ, S. **Grow Your Own House: Simón Vélez and Bamboo Architecture.** Vitra Design Museum. Rhein, Alemanha, 2000.

VÉLEZ, S. **CD-ROM: Imagenes** SV.exe. Colômbia, 2002.

VICTORINO, C.G. **Resposta Técnica produzida pelo Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT).** 2006. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 23/05/2017.